DIE NATURWISSENSCHAFTEN

22. Jahrgang | 27. Juli 1934 | Heft 30

Obstzüchtung.

Von C. F. Rudloff, Müncheberg.

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung.)

Wenn Erwin Baur auch die obstzüchterischen Arbeiten in sein „Müncheberger Programm" mit hineingenommen hat, so geschah dieses einmal, weil er die Bedeutung des Obstbaues kannte, und zum anderen aber auch, weil er wußte, daß einer planvollen und zielsicheren Forschung und Züchtung an unseren Obstgehölzen nahezu alles zu tun übriggeblieben war. In seiner Heimat, dem mit Obst gesegneten Land Baden, hatte er den Obstbau aus eigener Anschauung kennengelernt. Diese Tatsache ist für seine Einstellung den obstbaulichen, vor allem aber den obstzüchterischen Problemen gegenüber von ausschlaggebender Bedeutung geworden. Sein genetisch und züchterisch so ungewöhnlich klar schauender Blick, die sichere Erfassung der Möglichkeiten, verbunden mit einer ebenso sicheren Erkennung des Wesentlichen, gaben ihm die Gewißheit, daß dem um seine Existenz schwer ringenden deutschen Obstbau durch eine zielsichere Züchtung weitgehend geholfen werden kann.

Die ersten Kreuzungsversuche an Obstgehölzen, mit dem Ziel, eine moderne deutsche Obstzüchtung in die Wege zu leiten, hat Erwin Baur schon in den 20er Jahren am Institut für Vererbungsforschung und auf seinem Gut Brigittenhof durchgeführt. 1921 spricht er bereits in einer Sitzung der Obst- und Weinbau-Abteilung der D. L. G. über das Thema „Neuere Wege in der Obstzüchtung"[1]. In großen Zügen zeigt er hier einige Perspektiven, die sich einer modernen Obstzüchtung eröffnen.

Daß der Erfolg auch bei obstzüchterischen Arbeiten von der Anzucht großer Sämlingsmengen weitgehend abhängig ist, haben ihn seine reichen genetischen und züchterischen Erfahrungen gelehrt. Die Voraussetzungen hierfür mußten erst geschaffen werden. Mit der Errichtung des Kaiser Wilhelm-Instituts für Züchtungsforschung waren sie dann gegeben, und im Jahre 1928 konnte hier auch mit dem Aufbau einer Obstabteilung begonnen werden.

I.

Wenn nun an dieser Stelle über die Arbeiten der Obstabteilung berichtet werden soll, so kann das nur in größeren Zügen geschehen. Es scheint mir zweckmäßiger zu sein, die großen Linien dieses Arbeitsgebietes programmatisch zu skizzieren und die Arbeitsmethoden anzudeuten, als eines der vielen Teilgebiete herauszugreifen und die hier bereits gewonnenen Erfahrungen mitzuteilen. Zu diesem Zweck sind zunächst einige grundsätzliche Erwägungen vorauszuschicken.

Die Bedeutung des Obstbaues im Rahmen des deutschen Nährstandes ergibt sich aus folgenden Tatsachen: Der Wert des Gesamtverbrauches an Obst und Obstprodukten in Deutschland beläuft sich unter normalen Verhältnissen auf etwa $^3/_4$ Milliarde RM. jährlich. Der Verbrauch läßt sich zweifellos bei einer Steigerung der Kaufkraft noch wesentlich erhöhen. An der Befriedigung des Bedürfnisses an Obst ist das Ausland, in den einzelnen Jahren wechselnd, mit etwa 300—500 Millionen RM. beteiligt. Wenn auch bei dieser starken Einfuhr die Südfrüchte an erster Stelle stehen (1928 = 318,9, 1929 = 244,2, 1930 = 255,2, 1931 = 211,8 und 1932 = 160,5 Millionen RM.), so ist doch die Überschwemmung des deutschen Marktes mit solchem Obst und Obstprodukten, die im eigenen Lande erzeugt werden könnten, nicht minder erschreckend hoch (1928 = 165,7, 1929 = 211,9, 1930 = 202,9, 1931 = 162,9 und 1932 = 125,4 Millionen RM.)[1]. An Frischäpfeln wurden 1930 allein für 74,3 Millionen RM. eingeführt. Daß diese starke Einfuhr die deutsche Obsterzeugung stark schädigt, ist erwiesen. In manchen Jahren wurde sie nahezu erdrückt. Dabei ist zu beachten, daß die deutsche Obsterzeugung vorwiegend von kleineren und mittleren bodenständigen Betrieben getragen wird.

Die Ursachen für die starke Überschwemmung des deutschen Obstmarktes mit ausländischem Obst sind weitgehend im deutschen Obstbau selbst zu suchen. Er ist mindestens 50 Jahre in seiner Entwicklung stehen geblieben, weil ihm eine weitschauende und zielsichere Führung fehlte. Erfreulicherweise beginnt sich diese Erstarrung unter dem Druck der Verhältnisse in den letzten Jahren zu lösen. Trotz der ungeheuren Schwierigkeiten, die sich der Umgestaltung und Organisation, besonders durch die eigenartige Struktur des deutschen Obstbaues, in den Weg stellen, muß das Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit mit den Erzeugnissen des Auslandes herzustellen, hartnäckig weiter erstrebt werden. Hierbei kann eine Spezialforschung ganz wesentliche Dienste leisten, indem sie, in engster Zusammenarbeit mit der Praxis, an die vielen wichtigen Probleme herangeht, die zu lösen als Voraussetzung für die Lebensfähigkeit des Obstbaues anzusehen ist. Eine solche Spezialforschung beginnt sich anzubahnen. Auch sie bedarf einer

[1] Mitt. Dtsch. Landw. Ges. **1921**, 52.

[1] Statist. Jb. **1933**; vgl. außerdem C. F. Rudloff, Einiges über die Obstzüchtung in Deutschland. Züchter **3**, 6.

straffen Organisation und einer Gliederung nach großen und klaren Gesichtspunkten.

In der Obstbauspezialforschung, insbesondere aber auf dem Gebiete der Obstzüchtung, tatkräftig mitzuwirken, ist die Aufgabe der Obstabteilung des Kaiser Wilhelm-Institutes für Züchtungsforschung.

II.

Im Rahmen der Gesamtaufgabe für den deutschen Obstbau, der Steigerung seiner Wettbewerbsfähigkeit, hat die Obstzüchtung zwei große Ziele zu verfolgen: 1. die Herstellung von Unterlagenklonen und -linien für die wichtigsten Sorten unserer Fruchtgattungen und für die verschiedenen obstbaulichen Zwecke, 2. die Verbesserung unserer Obstsorten. — In Bezug auf die erste Aufgabe ist zu erwähnen, daß man gegenwärtig noch fast ausschließlich Populationen von Unterlagen verwendet, was bei den Wechselbeziehungen zwischen Edelreis und Unterlage zu manchen Mißerfolgen geführt hat und auch weiterhin führen muß[1]. Wenn auch bestimmte Probleme der Unterlagenforschung in Müncheberg gelöst werden müssen, so steht doch die zweite Aufgabe im Mittelpunkt unserer Arbeiten. Es geht hier um die Verbesserung unserer Obstsortimente auf züchterischem Wege. Für die einzelnen „Fruchtgattungen" ergeben sich hier eine Fülle von Einzelzielen, die sich aber in ihrer Gesamtheit auf die Formel bringen lassen: Herstellung von solchen Obstsorten, welche bei geringster Inanspruchnahme des Betriebskapitals sichere Erträge bringen oder aber durch ihre besonderen Qualitäten einen erhöhten Aufwand vertragen.

Bei diesen Bestrebungen werden einzelne Sonderziele mit ganz besonderem Nachdruck angestrebt. Es sind dieses vor allem die Züchtung auf Widerstandsfähigkeit gegen pilzliche Parasiten und gegen ungünstige Witterungseinflüsse (Frost). Wie notwendig es ist, zu versuchen, hier auf züchterischem Wege Abhilfe zu schaffen, mag aus dem Folgenden hervorgehen.

Die Fusicladium-Seuche, die Schorfkrankheit der Äpfel (Erreger: *Venturia inaequalis* COOKE ADERH.) verursacht im deutschen Obstbau einen Schaden von jährlich 40—60 Millionen RM. Eine restlose Eindämmung dieser Seuche durch Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen ist aus verschiedenen Gründen nicht möglich, ganz abgesehen davon, daß jede Pflanzenschutzmaßnahme einen Betrieb belastet. Ähnlich verhält es sich mit der auf die Untergattung *Pirus* spezialisierten *V. pirina* ADERH. und mit *V. cerasi* der Sauerkirschen. Auch der *Monilia* stehen der Obstbau wie auch der Pflanzenschutz ziemlich machtlos gegenüber. Die Art *Sclerotinia cinerea* kann in manchen Jahren die Schattenmorellenernte ganzer Obstanbaugebiete völlig vernichten. Diese wenigen Beispiele mögen hier genügen. Daß man unbedingt versuchen muß, diesen Seuchen auf züchterischem Wege beizukommen, ist selbstverständlich. Arbeiten in dieser Richtung sind bei uns bereits im Gange.

Von ganz besonderer Bedeutung ist auch die Züchtung auf Widerstandsfähigkeit gegen Frost. Es sei nur darauf hingewiesen, daß durch den Winter 1928/1929 in Deutschland für etwa 600 Millionen RM. an Obstbäumen vernichtet worden sind[1]. Daß hier nicht nur auf die Widerstandsfähigkeit des Holzes, sondern auch, wenn auch auf ganz anderer Basis, auf die der Blüten und Knospen hingearbeitet werden muß, sei nebenbei erwähnt. Schließlich ist die Züchtung auf Widerstandsfähigkeit des Holzes nicht nur beim Edelreis, sondern auch bei der Unterlage anzustreben.

Als Beispiel für eine Qualitätsverbesserung, die in anderer Richtung liegt, sei schließlich noch auf das Zwetschenproblem hingewiesen. Die deutsche Hauszwetsche war vor dem Kriege in ihrer Qualität unübertroffen und ihre Produkte daher auch vom Ausland sehr begehrt. In den letzten Jahren wird von der Praxis darüber geklagt, daß sie immer mehr „degeneriert" und daß dadurch der Absatz selbst im eigenen Lande bedeutend zurückgegangen ist. Ferner wird der Markt in zunehmender Weise von bosnischen und serbischen Zwetschen überschwemmt. Mit der sog. Degeneration hat es folgende Bewandtnis: Neben der „echten" deutschen Hauszwetsche kommen eine Fülle von mehr oder weniger geringwertigen Varianten vor, die teils auf dem Wege über Sproßmutationen, teils aus natürlichen Kreuzungen entstanden sein mögen. Bei der Ergänzung und Vermehrung der Bestände ist darauf nicht genügend geachtet worden. Es kommt noch hinzu, daß die Vermehrung nicht nur durch die „Veredelung", sondern auch durch Wurzelsprosse und sogar durch Samen erfolgt. Daher muß die Lösung der Zwetschenfrage, die für manche Obstanbaugebiete eine Lebensfrage ist, sowohl auf obstbautechnischem als auch auf züchterischem Wege erfolgen. Dabei fällt der Obstzüchtung die Aufgabe zu, die Führung zentral zu übernehmen. Es ließen sich noch viele solcher Einzelaufgaben anführen.

III.

Beim Kern-, Stein- und Schalenobst ist die Züchtung eine Arbeit auf weite Sicht. Hinzu kommt, daß die Erzielung großer Aufspaltungsgenerationen, insbesondere bei der Kombinationszüchtung, ganz allgemein auf erhebliche Schwierigkeiten stößt. Diese liegen zum Teil begründet in der bei den Obstgehölzen weit verbreiteten Selbststerilität, ferner in chromosomalen Störungen. Bei Kirschen und Pflaumen schließlich, bei denen es, durch das Objekt bedingt, schon arbeitstechnisch schwierig ist, große Samenmengen zu er-

[1] Zur Orientierung über Einzelfragen vgl. W. GLEISBERG, Die Obstunterlagenselektion. Züchter **2**, 6. — Die Kernobstunterlagenselektion in England. Züchter **3**, 10.

[1] Vgl. A. F. WILHELM, Experimentelle Untersuchungen über die Kälteresistenz von Reben und Obstgehölzen. Gartenbauwiss. **8**, 1.

halten, kommt auch noch die Intersterilität hinzu. Daneben scheinen hier außerdem letal wirkende Kombinationen relativ häufig zu sein, und endlich ist auch die Keimfähigkeit der Samen hier bisweilen sehr herabgesetzt.

Nun wissen wir aber, daß unsere Obstsorten vorwiegend stark heterozygotisch sind, und ferner muß ja die Selbststerilität zwangsläufig zu weiteren natürlichen Kreuzungen führen. Soweit nun die anzustrebenden Eigenschaftskombinationen aus unseren Kultursorten „herauszuholen" sind, kann man sich unter bestimmten Voraussetzungen und für bestimmte Zwecke des Samens aus solchen natürlichen Kreuzungen bedienen, um möglichst schnell die notwendige breite Selektionsbasis zu schaffen. Daß das Hauptgewicht immer wieder auf planmäßige Kreuzungen gelegt wird, ist eigentlich selbstverständlich.

Da die Obstgehölze sich vegetativ vermehren lassen, ist auch eine Züchtung auf „Samenkonstanz" überflüssig. Als weiteren Vorteil ermöglicht die vegetative Vermehrbarkeit die „Veredlung" auf schwachwüchsige Unterlagen. Dadurch läßt sich die Generationenfolge erheblich zusammendrängen, indem die Zeit bis zum Fruchten um mehrere Jahre verkürzt wird.

Die Selektion erstreckt sich beim Baumobst zwangsläufig auf viele Jahre. Sie wird nach einem besonders ausgearbeiteten System in 3 Stufen durchgeführt. Die erste und Hauptselektion erfolgt im Zuchtbetrieb selbst. Sie soll diejenigen Qualitäten des Sämlings und seiner Okulate erfassen, welche sich bis zum Fruchten unter Berücksichtigung der örtlichen Umweltverhältnisse bestimmen lassen. Dazu gehört auch die Fruchtqualität. Die erste Selektion entscheidet über die Notwendigkeit jeder weiteren Prüfung. Die zweite Selektion bezieht sich auf die *baumschultechnische* Eignung. Sie befaßt sich mit der Prüfung der Qualitäten, die für die Vermehrung einer neuen Sorte notwendig sind. In der dritten Selektionsstufe schließlich sollen die *obstbautechnisch* wichtigen Qualitäten erfaßt werden. Sie entscheidet über alle Eigenschaften, die mit der Anbauwürdigkeit der neuen Sorten in irgendwelcher Beziehung stehen, ferner über die Eignung der zu prüfenden Neuheiten für bestimmte Anbaugebiete und für bestimmte Zwecke. Hier fällt die endgültige Entscheidung über den Wert solcher „Neuheiten".

Es ist notwendig, daß die letzten beiden Stufen der Selektion in möglichst vielen verschiedenen Obstanbaugebieten des Reiches durchgeführt werden. Mit der Gründung einer Arbeitsgemeinschaft für Obstzüchtung, die ERWIN BAUR 1932 ins Leben gerufen hat, ist diese Forderung erfüllt. Die A.G.O. umfaßt sämtliche Institute und andere Stellen in Deutschland, welche zur Obstzüchtung irgendwie in Beziehung stehen. Es ist hier die gesamte deutsche Obstzüchtung zentralisiert, die einzelnen Arbeitsgebiete sind zweckmäßig verteilt, und es wird nach einheitlichen Richtlinien gearbeitet.

IV.

Als Beispiel für die Bearbeitung einer bestimmten Züchtungsaufgabe sollen hier der Gang der Arbeit, die Methodik sowie die Voraussetzungen für die Züchtung von fusicladiumfesten Apfelsorten in größeren Zügen dargestellt werden.

Die erste Voraussetzung einer Züchtung auf Widerstandsfähigkeit, *das Vorkommen von widerstandsfähigen Formen oder Spezies*, scheint, nach den Angaben anderer Autoren und nach den bisher vorliegenden eigenen Untersuchungen, gegeben zu sein. Um hier sicher zu gehen, muß die Prüfung unter verschiedenen Gesichtspunkten fortgesetzt werden. Hierbei kommt es darauf an, das Verhalten möglichst vieler Kultursorten und Malusspezies unter verschiedenen Umweltbedingungen kennenzulernen. Ferner macht es die in den einzelnen Jahren wechselnde physiologische Disposition der Wirte und des Parasiten notwendig, daß eine solche Prüfung sich über mehrere Jahre erstreckt. Sie wird mit Unterstützung der A.G.O. gleichzeitig in den verschiedenen Obstbauzonen des Reiches durchgeführt.

Gleichzeitig werden *Kreuzungen von bisher als widerstandsfähig bekannten Spezies mit qualitativ hochwertigen Kultursorten* durchgeführt, und die Nachkommenschaften werden auf ihr Verhalten gegenüber Fusicladium geprüft.

Eine solche Prüfung, die möglichst scharf und exakt, daneben aber auch technisch einfach sein muß, gliedert sich in 2 Stufen. Die erste Stufe ist die gröbere Prüfung großer Sämlingsmengen mit Hilfe einer künstlichen *Masseninfektion*. Ein solches Verfahren ist bereits ausgearbeitet und mit Erfolg angewendet worden. Die aus dieser Masseninfektion als nicht befallen hervorgegangenen Sämlinge gehen in die zweite Stufe, in der sie unter scharfer Kontrolle und unter Regulierung der Umweltfaktoren in Infektionskammern sorgfältig infiziert werden. Für kontrollierte Einzelinfektionen sind zunächst folgende Voraussetzungen zu erfüllen.

1. *Für den Wirt: Die Herstellung von bewurzelten Stecklingen.* (Bei der Länge der Inkubationszeit [14—30 Tage] ist eine erfolgreiche künstliche Infektion der Blätter von abgeschnittenen, in Wasser oder in Nährlösungen gesetzten Trieben nicht möglich.)

Stecklinge von Kulturäpfeln ließen sich bisher kaum herstellen. Es mußte daher ein besonderes Verfahren ausgearbeitet werden.

2. *Für den Parasiten: Die Erhaltung der Pathogenität auf künstlichen Nährböden.*

Die Infektion mit Sporen von künstlichen Nährböden ist aus verschiedenen Gründen notwendig. Der Züchter muß sowohl den Wirt als auch den Parasiten „in der Hand" haben. Der Verlust der Pathogenität ist eine Nährbodenfrage; das beweist schon der weitgehende formative und auch physiologische Einfluß des Nährbodens auf den Pilz, der sich bereits nachweisen ließ.

3. *Für den Wirt und für den Parasiten: Die*

Feststellung der optimalen Verhältnisse für die künstliche Infektion.

Schließlich ist noch *die Klärung der Biotypenfrage* eine sehr wesentliche Voraussetzung für die züchterische Arbeit. Sie kann über den Erfolg der Züchtung entscheiden. Es ist von vornherein als sicher anzunehmen, daß auch bei Venturia spezialisierte Formen vorkommen. In einem Sortiment von 150 verschiedenen Herkünften ließen sich bereits sichere morphologische und auch einige wenige physiologische Unterschiede nachweisen; doch das sagt über die Existenz von Biotypen noch nichts aus. Sie kann nur aus dem exakten Infektionsexperiment erschlossen werden. Das Gelingen eines solchen Experimentes ist von den obenerwähnten drei Forderungen abhängig. Falls nun bei *Venturia inaequalis* eine Spezialisierung vorkommt, ist sie, nach den bisherigen Erfahrungen zu urteilen, sicher ziemlich kompliziert.

Auch *das Studium der anatomischen und physiologischen Momente der Widerstandsfähigkeit* vermag uns wichtige Fingerzeige für die Bearbeitung des Gesamtproblems zu geben.

An allen diesen Einzelproblemen und verschiedenen anderen Teilfragen wird seit einiger Zeit intensiv gearbeitet, und es sind auch bereits einzelne verwertbare Erfolge erzielt worden. Im Hinblick auf die Bedeutung von *Venturia* (vgl. S. 502) ist die intensive Bearbeitung des gesamten Fragenkomplexes unter allen Umständen notwendig. Sie hat sich auch dann gelohnt, wenn sie zeigen würde, daß eine Züchtung auf Widerstandsfähigkeit nicht möglich ist.

Die Durchführung großer züchterischer Arbeiten an unseren Obstgehölzen bringt es zwangsläufig mit sich, daß als Voraussetzung Einzelfragen gelöst werden müssen, deren Bearbeitung anderen Zweigen der obstbaulichen Spezialforschung zukäme, wenn diese, wie in anderen Ländern, sich auch in Deutschland entwickelt hätten. Daneben ergibt sich aber auch aus der Natur unserer Arbeiten heraus eine sehr weitgehende Mitarbeit an Problemen, die auch an anderen Stellen bereits in Angriff genommen worden sind. So werden z. B. bei den jährlich durchgeführten Bestäubungen für Züchtungszwecke (1933 wurden nahezu 140000 Einzelblüten bestäubt) Erkenntnisse über die Befruchtungsverhältnisse unserer Obstsorten gesammelt und ausgewertet. In den großen Sortimenten von Kultursorten und Spezies der verschiedenen „Fruchtgattungen" und an den Aufspaltungsgenerationen mit Zehntausenden von Sämlingen (auf einem Areal von bisher 80 preuß. Morgen) ergeben sich gänzlich neue Gesichtspunkte für die Obstsystematik, die ja noch sehr im argen liegt. An den Zehntausenden von Okulaten und Sämlingen lassen sich viele Fragen des Unterlagenproblems klären und neue wertvolle Unterlagentypen schaffen. Die Fülle des wertvollen hier vorhandenen Materials ermöglicht besser als anderswo in Deutschland, an viele obstbaulich wichtige Einzelprobleme heranzugehen.

Die Obstabteilung des K.W.I.Z., die jetzt schon in Deutschland auf verschiedenen Gebieten des Obstbaues anerkannt die Führung hat, kann sich zu einer Spezialforschungsstätte ersten Ranges entwickeln und sich um die Förderung des Obstbaues sehr verdient machen. Es bleibt das große Verdienst ERWIN BAURS, mit der Einrichtung dieser Abteilung und der Förderung ihrer Arbeiten, vor allem durch seine vielen Anregungen, auch dem deutschen Obstbau neue Möglichkeiten für seine Weiterentwicklung eröffnet zu haben.

Die Herstellung von absolutem Alkohol, im besonderen nach dem Youngschen Destillationsverfahren.

Von MAX PESTEMER und OTTO GÜBITZ, Graz.

Absoluter, d. i. wasserfreier Alkohol findet in neuerer Zeit außer seinem speziellen Gebrauch, z. B. für Laboratoriumszwecke, als Kraftstoff für den Verbrennungsmotor in größeren Mengen Verwendung. Diese Verwertungsmöglichkeit und die dadurch notwendig gewordene billigere Herstellung von absolutem Alkohol in größerem Maßstabe sind Probleme, die nicht nur die Technik, sondern auch die Volkswirtschaft berühren, da Alkohol, im Gegensatz zu den Erdölprodukten, fast ausschließlich ein Inlandserzeugnis ist. Bei der Verwendung von Alkohol als Kraftstoff besteht jedoch die Notwendigkeit, ihn vollständig zu entwässern, absolut zu machen, weil wässeriger Alkohol als Kraftstoff leicht Metallanfressungen hervorruft, und vor allem mit Benzin, mit dem vermengt er hauptsächlich verwendet wird, nur unvollständig mischbar ist. Wasserfreier Alkohol hat im weiteren noch den Vorteil, daß er sehr rückstandsfrei verbrennt und eine hohe Kompressionsfestigkeit besitzt, so daß er, dem Benzin in entsprechender Menge zugesetzt, auch als „Antiklopfmittel" wirkt.

Der technisch gewonnene Alkohol wird unmittelbar immer stark verdünnt mit Wasser erhalten. Die vergorenen Maischen z. B. enthalten nur bis zu maximal 18% Alkohol. Aus solchen wasserreichen Gemischen kann nun durch Destillationsverfahren der Alkoholgehalt angereichert werden. Wie jedoch aus dem Verlauf der Siedekurven hervorgeht, ist es auf diese Weise nicht möglich, vollständig reinen, absoluten Alkohol zu erhalten, sondern es ist der Anreicherung im Kondensat bei 95,57 Gew.-% Alkohol eine Grenze gesetzt.

Die Siedekurven von Gemischen zweier Stoffe geben die Siedepunkte der Gemische in Abhängigkeit von der Konzentration wieder. Der Verlauf der Siedekurven ist, je nach der verschiedenartigen gegenseitigen Beeinflussung der Kompo-

nenten, ein verschiedener. Die 3 Haupttypen der Siedekurven für den Fall der vollständigen Mischbarkeit der beiden Komponenten im flüssigen Zustande sind in Fig. 1 als voll ausgezogene Linien dargestellt, die man erhält, wenn man die Zusammensetzung der Gemische als Abzissen und die zugehörigen Siedepunkte als Ordinaten aufträgt. Um den Destillationsvorgang zu überblicken, muß außerdem für jedes Gemisch die Zusammensetzung des von ihm bei der Siedetemperatur entsandten Dampfes, aus dem sich dann das Kondensat bildet, bekannt sein. Es gilt hier die von KONOWALOW aufgestellte Regel, daß der übergehende Dampf immer reicher an der leichter flüchtigen, also niedriger siedenden Komponente ist als das zugehörige Gemisch. Trägt man in der Figur also zu jedem Gemisch die Zusammensetzung des bei seiner Siedetemperatur übergehenden Dampfes ein, so erhält man die sog. Dampf- oder Kondensatkurven, welche immer über den Siedekurven liegen. Die Dampfkurven[1] sind in Fig. 1 sowie im Folgenden stets gestrichelt wiedergegeben.

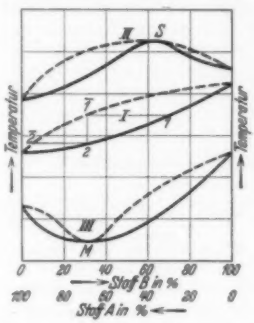


Fig. 1. Die drei Typen von Siedekurven homogener binärer Flüssigkeitsgemische.

Bei dem mit I gekennzeichneten Typus fallen die Siedepunkte der Gemische in stetiger Reihe von dem der höher siedenden Komponente *B* zu dem der niedriger siedenden *A*, und ebenso zeigt die darüberliegende Dampfkurve einen stetigen Verlauf. In diesem Falle, wie er z. B. den Gemischen von Benzol mit Toluol entspricht, erhalten wir von einem Gemisch der Zusammensetzung 1 (Fig. 1, I) einen Dampf $\bar{1}$, der im kondensierten Zustand einen Siedepunkt hat, dem der Punkt 2 entspricht. Nimmt man dieses Kondensat erneut zur Destillation, so resultiert ein Dampf der Zusammensetzung $\bar{2}$. Eine solche stufenweise Folge von Einzeldestillationen nennt man fraktionierte Destillation. Sie führt in diesem Falle im Kondensat zu Gemischen, die immer mehr vom Stoff *A* enthalten, während sich in den Rückständen der Stoff *B* anreichert. Durch genügend oftmaliges Fraktionieren kann man, wie aus der Figur leicht zu entnehmen ist, bei Systemen vom Typus I im Kondensat schließlich den reinen Stoff *A* und als Rückstand den reinen Stoff *B* erhalten. In der Praxis werden die einzelnen Arbeitsgänge der fraktionierten Destillation durch Destillation über Kolonnen von geeigneter Konstruktion in einem Zuge durchgeführt, und man erhält die niedriger siedende Komponente im Kondensat, die andere im Rückstand.

Im Fall II (Fig. 1, II), für den etwa die Gemische von Chloroform mit Azeton ein Beispiel sind, durchlaufen die Siede- und Dampfkurven ein Maximum *S*. Es gibt hier demnach Gemische, die bei noch höherer Temperatur sieden als die höher siedende Komponente *B*. Durch die gleiche Überlegung, wie wir sie beim Typus I angestellt haben, sehen wir, daß, je nachdem ob wir uns mit dem zu destillierenden Gemisch bezüglich der Konzentration links oder rechts vom Maximum *S* befinden, die Substanz *A* oder *B* durch fraktionierte, bzw. Kolonnen-Destillation rein im Kondensat erhalten wird. Als Rückstand bleibt stets das Gemisch *S*, das den maximalen Siedepunkt hat.

Beim Typus III (Fig. 1, III) liegen die Verhältnisse umgekehrt wie bei Typus II. Die Siedekurve geht durch ein Minimum *M*, d. h. das dieser Temperatur entsprechende Gemisch ist am leichtesten flüchtig. Bei fraktionierter Destillation erhalten wir also als Endprodukt das Gemisch mit dem minimalen Siedepunkt *M* im Kondensat, und je nachdem wir uns bezüglich der Konzentration des zu destillierenden Gemisches links oder rechts vom Punkte *M* mit minimaler Siedetemperatur befinden, bleibt der Stoff *A* oder *B* als relativ höchstsiedender im Rückstand.

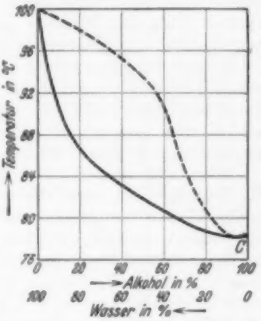


Fig. 2. Siede- und Dampfkurve des Systems Äthylalkohol-Wasser.

Die Punkte *S* und *M* bei Typus II und III sind, wie man aus der Fig. 1 ersieht, dadurch ausgezeichnet, daß bei ihnen die Dampfkurve die Flüssigkeitskurve berührt, Flüssigkeit und Dampf also bei diesen Konzentrationen die gleiche Zusammensetzung haben. Solche Gemische nennen wir *azeotrope* Gemische.

Dem Typus III gehören die Gemische von Alkohol mit Benzol und von Alkohol mit Wasser an, die für unsere weiteren Ausführungen über die Absolutierung von Alkohol von Bedeutung sind.

Bei dem binären System Alkohol-Wasser liegt das Siedepunktsminimum *C*, wie Fig. 2 zeigt, ganz nahe dem reinen Alkohol bei 95,57 Gew.-% Alkohol[1] und bei 78,15°. Es ergeben daher die technisch gewonnenen Alkohol-Wasser-Mischungen, die natürlich mehr Wasser enthalten als diesem Minimum entspricht, bei der fraktionierten Destillation als Endkondensat höchstens das azeotrope Gemisch mit 95,57 Gew.-% Alkohol und nicht absoluten Alkohol.

[1] Nicht zu verwechseln mit Dampfdruckkurven.

[1] S. YOUNG u. E. FORTEY, J. chem. Soc. Lond. **81**, 707 (1902); S. YOUNG, D.R.P. 142502.

Um den so gewonnenen praktisch etwa 94 Gew.-proz. Alkohol vollkommen zu entwässern, muß man einen anderen Weg einschlagen. Man pflegt ihn mit Trocknungsmitteln, und zwar in der Technik hauptsächlich mit gebranntem Kalk, zu behandeln. Man kann zu diesem Zwecke den Alkohol mit dem gebrannten Kalk bei gewöhnlichem Druck kochen und abdestillieren oder aber, um das starke Zurückhalten des Alkohols am Trocknungsmittel zurückzudrängen, dies bei erhöhtem Druck durchführen. Der so entwässerte Alkohol wird dann abdestilliert. Um das Zurückhalten von Alkohol an der Trocknungssubstanz noch besser zu vermeiden, bringt man nicht den flüssigen, sondern den dampfförmigen wässerigen Alkohol mit ihr in Berührung. Man kann hierbei, um einen möglichst hohen Trocknungseffekt zu erzielen, mehrere Trocknungsmittel, wie gebrannten Kalk, geglühte Pottasche und Magnesiumkarbid, mit verschieden stark trocknender Wirkung in stufenweiser Schaltung zur Anwendung bringen. Zur Trocknung des Alkoholdampfes wird auch Glyzerin verwendet, indem man den Dampf gegen herabrieselndes, vollständig entwässertes Glyzerin aufsteigen läßt. Doch hat die Anwendung von Trocknungsmitteln einen gewissen Nachteil, weil ihre Weiterverwertung nach dem Gebrauch, oder ihre Regeneration ein eigenes, vor allem wirtschaftlich nicht leicht zu lösendes Problem bildet.

Hier setzt nun das Destillationsverfahren nach S. YOUNG[1] ein, das darauf beruht, daß nicht mehr binäre Gemische von Alkohol mit Wasser rektifiziert werden, sondern daß diesen ein geeigneter dritter Stoff, der mit Wasser nicht mischbar ist, wie z. B. Benzol, zugesetzt wird, so daß also Dreistoffgemenge, ternäre Gemenge, zur Destillation gelangen. Das Ausschlaggebende ist hierbei, daß die Siedepunkte nicht mischbarer, also heterogener Flüssigkeitsmenge immer tiefer liegen, als die der Komponenten.

Diese Tatsache wird am leichtesten begreiflich, wenn man sich zwei praktisch vollständig unmischbare Flüssigkeiten vorstellt. Da der Siedepunkt als jene Temperatur definiert ist, bei der der Dampfdruck einer Flüssigkeit gleich dem äußeren Atmosphärendruck wird, unter Normalbedingungen also 760 mm Quecksilbersäule erreicht und da sich bei vollständig unmischbaren Flüssigkeiten der Dampfdruck der heterogenen Gemenge additiv aus den Teildampfdrucken der Komponenten zusammensetzt, erreicht der Dampfdruck der Gemenge schon *unterhalb* des Siedepunktes der niedriger siedenden Komponente den Druck der äußeren Atmosphäre. Weil im Falle der Nichtmischbarkeit die Teildampfdrucke der Komponenten außerdem von deren Mischungsverhältnis unabhängig sind, haben alle heterogenen Gemenge zweier Flüssigkeiten unabhängig von ihrer totalen Zusammensetzung bei bestimmter Temperatur den gleichen Gesamtdampfdruck, somit bei bestimmtem äußeren Druck auch gleiche Siedepunkte. Der entsandte Dampf und somit das beim Destillieren erhaltene Kondensat hat bei allen heterogenen Gemengen die gleiche Zusammensetzung, und zwar entspricht sie dem Verhältnis der Dampfdrucke der beiden Komponenten.

Fast niemals aber sind die Komponenten über das gesamte Konzentrationsgebiet vollkommen unmischbar, sondern zum größeren oder kleineren Teil gegenseitig löslich. Es gilt dann für das Gebiet der gegenseitigen Löslichkeit jeweils das vorhin besprochene und in Fig. 1 skizzierte Verhalten homogener Gemische bei der Destillation. Für das Gebiet der Mischungslücke, in der 2 Flüssigkeitsschichten, nämlich jeweils die gesättigte Lösung der einen Komponente in der anderen, vorliegen, ist, wie bei den als vollkommen unmischbar angenommenen Flüssigkeiten besprochen, der Siedepunkt konstant und niedriger als der beider Komponenten. Als Beispiel für einen solchen Fall ist das für unsere weiteren Besprechungen über die YOUNGsche Destillation wichtige System Wasser-Benzol in Fig. 3 schematisch wiedergegeben. Die Mischungslücke wird bei der Siedetemperatur durch die Punkte B und C begrenzt, die der Zusammensetzung der beiden Schichten entsprechen, von denen die eine aus mit Wasser gesättigtem Benzol (B), die andere aus mit Benzol gesättigtem Wasser (C) besteht. Die von B und C nach abwärts gehenden strichpunktierten Linien geben die gegenseitige Löslichkeit der reinen Stoffe in den beiden Schichten in Abhängigkeit von der Temperatur wieder. Die rechts und links von B und C liegenden homogenen Gemische, deren voll ausgezogene Siedekurven zu den Siedepunkten der reinen Komponenten E und D ansteigen, entsenden bei ihren Siedetemperaturen Dämpfe, deren Zusammensetzung die gestrichelten zugehörigen Dampfkurvenäste wiedergeben. Alle nicht mischbaren, aus den beiden Flüssigkeitsschichten B und C in wechselndem Verhältnis zusammengesetzten Gemenge haben, wie das horizontale Stück der Siedekurve zeigt, gleiche Siedetemperatur und entsenden einen Dampf konstanter Zusammensetzung, wie sie durch den Punkt A gekennzeichnet ist. Die Zusammensetzung dieses Punktes entspricht dem Verhältnis der Teildampfdrucke der Komponenten, als die hier die jeweils an der 2. Komponente gesättigten Flüssigkeitsgemische an den Grenzen der Mischungslücke anzusehen sind. Infolge der größeren

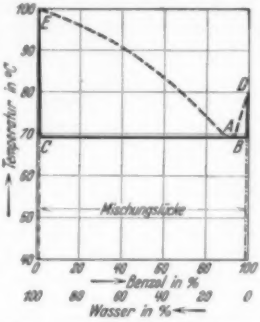


Fig. 3. Siede- und Dampfkurve des Systems Wasser-Benzol.

[1] Siehe Fußnote 1 auf S. 5, Spalte 2.

Flüchtigkeit des benzolreicheren gesättigten Gemisches *B* liegt der Punkt *A* eben mehr auf der Benzolseite.

Um nun die Vorgänge beim Absolutieren des Alkohols nach dem YOUNGschen Verfahren, der Destillation ternärer Gemenge von Wasser-Alkohol-Benzol, zu übersehen, müssen wir wiederum die Siedepunkte und die zugehörigen Dampfkonzentrationen in Abhängigkeit von der Konzentration der Dreistoffgemenge kennen und zur Darstellung bringen.

Zur graphischen Wiedergabe der Konzentrationsverhältnisse von Dreistoffgemengen bedient man sich der von GIBBS angegebenen Darstellung im gleichseitigen Dreieck. Dessen Eckpunkte (vgl. Fig. 5) entsprechen den reinen Komponenten, auf den Dreieckseiten liegen die den binären Gemischen zugehörigen Punkte, und in der von den Dreieckseiten eingeschlossenen Fläche lassen sich die Konzentrationen aller ternären Gemische darstellen. Man trägt z. B. für ein Gemisch mit a % Alkohol, b % Benzol und c % Wasser den Gehalt a gegen die Alkoholecke vom Wassereckpunkte hin auf, zieht von dem so erhaltenen Punkt eine Parallele zur Wasser-Benzol-Dreieckseite, auf der man den Gehalt b aufträgt, und erhält so den Punkt *E*, der die Zusammensetzung des ternären Gemisches eindeutig angibt. Der Gehalt an c, der der Differenz $100 - (a + b)$ naturgemäß entspricht, ergibt sich, indem man von *E* aus eine Parallele zur 3. Seite zieht. Durch die geometrischen Verhältnisse im gleichseitigen Dreieck kann man dann nachweisen, daß die Summe der Strecken a, b und c gleich ist einer Dreieckseite, also 100 %.

Die Wiedergabe der Eigenschaftswerte, hier also der Siede- und zugehörigen Kondensatspunkte, erfolgt dann im Raume auf Senkrechten zu dem als Grundfläche verwendeten GIBBSschen Konzentrationsdreieck. Wir erhalten so einerseits eine Siedefläche als den geometrischen Ort der Siedepunkte aller Gemische, andererseits eine Dampffläche als den geometrischen Ort der Zusammensetzungen der von den ternären Gemischen bei ihrem Siedepunkte entsandten Dämpfe. Diese beiden Flächen sind nach experimentellen Bestimmungen von BARBAUDY[1] in Fig. 4 im Schrägriß und in Fig. 5 durch Projektion der Schnitte von Ebenen gleicher Temperatur mit der Siede- und der Dampffläche in die Grundfläche des GIBBSschen Konzentrationsdreieckes wiedergegeben. Die Seitenflächen dieses prismatischen ternären Raummodelles werden durch die schon besprochenen binären Systeme Alkohol-Wasser und Alkohol-Benzol, die mit ihren Siedepunktsminima *C* und *B* dem Typus III der homogenen Flüssigkeitsgemische angehören sowie durch das durch eine weitausgedehnte Mischungslücke ausgezeichnete System Benzol-Wasser (s. Fig. 3) gebildet. Die Mischungslücke des binären Systems Wasser-Benzol setzt sich in das ternäre System fort. Da sie temperaturabhängig ist, verläuft sie im Raummodell als Fläche, die die Grenze der homogenen Gemische von den aus 2 Schichten bestehenden Gemengen bildet. Sie ist in Fig. 4 in ihren Grenzen durch die stark strichpunktierten Linien gekennzeichnet und projektiv strichpunktiert in der Grundfläche sowie in Fig. 5 für die jeweiligen Siedepunkte wiedergegeben.

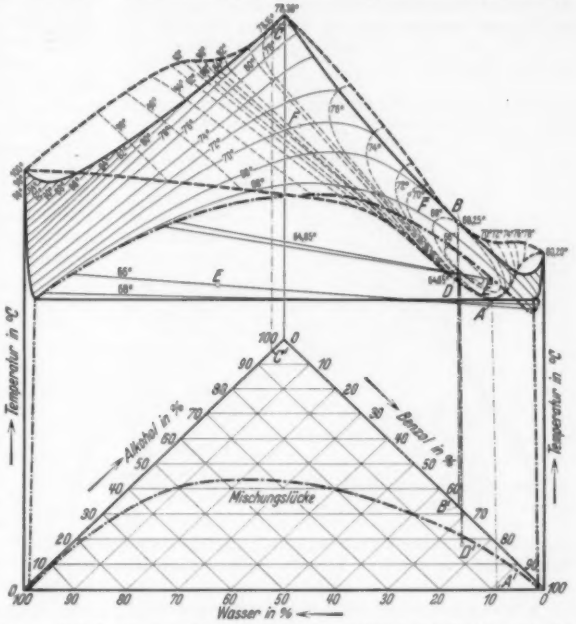


Fig. 4. Schrägriß des Raummodells, darstellend die Siede- und die Dampffläche des ternären Systems Äthylalkohol-Benzol-Wasser.

Man erkennt in der Siedefläche, in die die Linien gleichen Siedepunktes, also Isothermen, *voll* ausgezogen eingezeichnet sind, den unterschiedlichen Verlauf außerhalb und innerhalb der Mischungslücke. Im homogenen Teil des ternären Systems, der sich von der Alkoholecke aus mit zwei Spitzen zur Wasser- und zur Benzolecke ausdehnt, zeigt sich ein gleichmäßig gewölbter Verlauf. Im heterogenen Gebiet sieht man deutlich, wie der Siedepunkt der Wasser-Benzol-Gemenge bei steigendem Alkoholgehalt abnimmt. Wir gelangen schließlich zu einer äußerst schmalen Fläche konstanten Siedepunktes von 64,85°, die gegen die Benzolecke zu einer Isotherme dieser Temperatur konvergiert.

[1] J. BARBAUDY, J. Chim. physique **24**, 1ff. (1927).

Die Dampffläche, für die die Linien gleicher Temperatur in Fig. 4 und 5 *gestrichelt* wiedergegeben sind, zeigt einen einfacheren Verlauf. Sie senkt sich von allen Eckpunkten zu einem ternären Minimum *D*, das bei 18,5 Gew.-% Alkohol, 7,4 Gew.-% Wasser und 74,1 Gew.-% Benzol liegt. In diesem Minimum berührt die Dampffläche die Siedefläche im Gebiete der tiefsten Siedepunkte, so daß auch dieser Punkt *D* azeotrop ist, bei ihm also Siedeflüssigkeit und Dampf, bzw. Kondensat dieselbe Zusammensetzung haben. Bei der Destillation eines beliebigen ternären Gemisches erhält man analog wie bei den Zweistoffgemischen ein Kondensat, dessen Zusammensetzung auf der seinem Siedepunkt entsprechenden Dampfisotherme (in

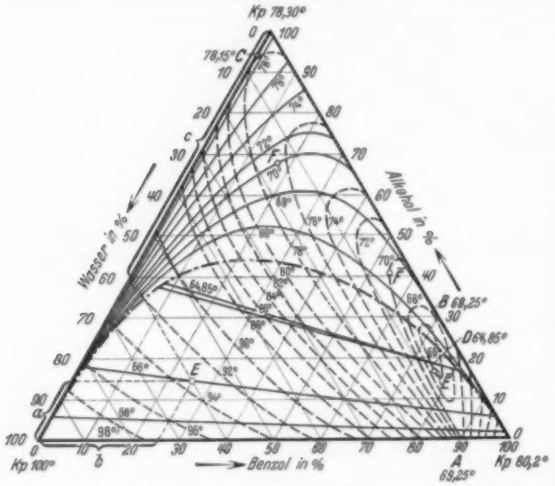


Fig. 5. Projektion des Raummodells, darstellend die Siede- und die Dampffläche des ternären Systems Äthylalkohol-Benzol-Wasser.

Fig. 4 und 5 gestrichelt eingezeichnet) liegen muß, und zwar an einer Stelle, die mehr oder weniger gerade in der Richtung nach dem Minimum *D* liegt. So entspricht z. B. einem Gemenge, das die durch den Punkt *E* wiedergegebene Zusammensetzung hat und bei 66° siedet, ein Kondensat der Zusammensetzung *E* auf der Dampfisotherme von 66° und ähnlich dem Punkt *F* bei 70° der Punkt *F*. Bei wiederholter fraktionierter Destillation, wo diese Kondensate immer wieder als Ausgangsgemische verwendet werden, gelangen wir alsbald zu einem Kondensat, das die Zusammensetzung des Minimums *D* hat, wie man aus den Fig. 4 und 5 ersehen kann. Bei fraktionierter Destillation mit Kolonnen, wie sie in der Technik angewendet wird, wird also bei dem ersten Arbeitsgang der Rektifizierung Dampf von der Zusammensetzung dieses ternären Minimums *D* übergehen, und zwar so lange, bis der Gehalt an einer Komponente erschöpft ist, wodurch wir je nach der Zusammensetzung des ursprünglichen Gemisches an irgendeine Stelle eines der drei binären Systeme gelangen. Es liegt nun vollständig an uns, die Wahl bezüglich der Zusammensetzung der Siedeflüssigkeit so zu treffen, daß wir hierbei nach Abdestillieren des ternären Minimums an eine ganz bestimmte Stelle eines bestimmten binären Systems gelangen. Für den Zweck der Absolutierung wählt man den Benzolzusatz zum wässerigen Alkohol so, daß das gesamte Wasser mit dem Minimum weggeführt wird und zunächst ein binäres Gemisch von Alkohol mit Benzol zurückbleibt, dessen Konzentration vom Siedepunktsminimum *B* der Alkohol-Benzol-Gemische aus, die dem Typus III angehören, stark auf der Alkoholseite liegt. Dann läßt sich das Benzol bei fortgesetztem Fraktionieren über Kolonnen mit dem binären Minimum *B* abdestillieren, und man gewinnt im Rückstand absoluten Alkohol.

In der Technik arbeitet man mit folgenden Mengenverhältnissen: 55 Raumteile 94 Gew.-proz. Alkohol werden mit einem Zusatz von 45 Raumteilen Benzol über Kolonnen rektifiziert. Als Destillat geht hierbei bei 64,85° das dem ternären Minimum entsprechende Gemenge von 7,4 Gew.-% Wasser, 18,5 Gew.-% Alkohol und 74,1 Gew.-% Benzol über. Ist kein Wasser mehr in der Destillierblase vorhanden, so steigt der Siedepunkt des verbleibenden Gemisches auf 68,25°, und es geht jetzt so lange das binäre Minimum über, das 32,41 Gew.-% Alkohol und 67,69 Gew.-% Benzol enthält, bis der Rückstand benzolfrei ist. Das zuerst übergehende Kondensat wird durch Auswaschen mittels Wasser in Benzol und wässerigen Alkohol getrennt. Das Benzol findet mit dem zweiten Destillat beim nächsten Arbeitsgange unmittelbar Verwendung, während der wässerige Alkohol erst nach Anreichern durch Rektifizieren zum binären Minimum *C* bei dem neuen Ansatz hinzugenommen wird. Das Verfahren arbeitet also an sich verlustlos und hat nach dem Ablauf der YOUNGschen Patente allgemein Verwendung gefunden.

Eine Verbesserung dieses Verfahrens wurde von OTTO V. KEUSSLER[1] durchgeführt. Während die YOUNGsche Destillation bei normalem Atmosphärendruck vorgenommen wird, wendet man bei dem Verfahren von KEUSSLER einen Überdruck von 10 Atmosphären an. Der Überdruck bewirkt eine Verschiebung der Lage des Minimums in dem Sinne, daß der Wasser- und Alkoholgehalt steigen, während der Benzolgehalt abnimmt. Bei der Druckdestillation genügt also wegen des höheren Gehaltes des Dampfes an Wasser ein geringerer Benzolzusatz als bei der Destillation ohne Überdruck. Der Zusatz beträgt beim KEUSSLER-Verfahren 25 Raumteile Benzol gegen 45 Raumteile beim YOUNG-Verfahren. Als erstes Destillat

[1] O. v. KEUSSLER, Z. Ver. dtsch. Ing. **1927**, 925; DRP. 445240 d. Fa. Merck.

geht bei 144° das dem Siedepunktsminimum bei 10 Atmosphären Druck entsprechende ternäre Gemenge von 18 Gew.-% Wasser, 21,3 Gew.-% Alkohol und 60,7 Gew.-% Benzol über. Wenn nun das Wasser weggeführt ist, würde bei einer Weiterführung der Destillation bei 10 Atmosphären Überdruck der Siedepunkt des verbleibenden Gemisches auf 149° ansteigen und ein zweites Destillat von der Zusammensetzung 62 Gew.-% Alkohol und 38 Gew.-% Benzol übergehen, das dem Siedepunktsminimum von Benzol-Alkohol-Gemischen unter diesem Überdruck entspricht. Da es sich aber hier beim binären Gemisch nur darum handelt, den Benzolüberschuß wegzutreiben, und da der Anteil des Benzols bei Destillation ohne Überdruck größer ist, nämlich 67,59%, so ist es zweckmäßiger, nunmehr ohne Überdruck weiter zu destillieren, bis der Rückstand benzolfrei ist. Die Aufarbeitung sowohl des zuerst anfallenden ternären Kondensates aus Alkohol-Benzol-Wasser sowie des im zweiten Gang anfallenden wasserfreien Alkohol-Benzol-Gemisches wird bei diesem Verfahren, ebenso wie bei dem älteren Youngschen Verfahren, vorgenommen.

Der rund 95proz. Rohsprit enthält noch Verunreinigungen wie Methylalkohol und Fuselöle. Diese werden gewöhnlich dadurch entfernt, daß man den Rohsprit zu 50proz. Spiritus mit Wasser verdünnt und von neuem rektifiziert. Da nun sowohl beim Keussler- als auch beim Young-Verfahren diese Verunreinigungen mit dem ternären Minimum abdestillieren, ist der im Rückstand gewonnene absolute Alkohol praktisch frei von ihnen, und bei der Benzolabtrennung mit Wasser finden sich diese Verunreinigungen im wässerigen Alkohol. Da die Herstellung von absolutem Alkohol nun nach diesen neuesten Verfahren billiger gestaltet werden kann als die erneute Rektifikation des verdünnten Rohsprits zum Zwecke der Reinigung von Methylalkohol und Fuselölen, so kann reiner wasserfreier Alkohol billiger hergestellt werden als 95prozentiger vom gleichen Reinheitsgrad.

Statt Benzol kann man grundsätzlich auch andere Stoffe, die mit Wasser nur beschränkt mischbar sind und in ihren Dreistoffgemengen mit Wasser und Alkohol Anlaß zur Ausbildung eines größeren oder kleineren Gebietes mit zwei flüssigen Schichten geben, zur Absolutierung verwenden. Zur Beurteilung ihrer Verwendbarkeit ist nach der oben gegebenen Theorie die Lage des ternären azeotropen Siedepunktsminimums von Bedeutung, und zwar muß der Zusatzkörper es einerseits tunlichst herabdrücken, andererseits seine Zusammensetzung möglichst wasserreich gestalten. Denn mittels des ternären Gemisches soll ja das Wasser vollständig abdestilliert werden, und zwar unter Anwendung einer möglichst geringen Menge der Zusatzkomponente. Die folgende Übersicht gibt für Atmosphärendruck die Zusammensetzungen und die Temperaturen der azeotropen Siedepunktsminima der ternären Gemenge einiger mit Wasser nur beschränkt mischbarer Stoffe (*St*) mit Wasser (*W*) und Alkohol (*A*), geordnet nach dem Gehalt an Wasser wieder:

Zusatzstoff	Mol.-% *W*	Mol.-% *St*	Mol.-% *A*	Kp °C
Isobutylbromid . .	30,4	32,5	37,1	69,50
Chloroform	29,4	57,6	23,0	61,80
Äthyljodid	28,0	53,9	19,1	61,00
Äthylacetat	27,5	60,1	12,4	70,30
Cyclohexan	23,5	54,3	22,2	62,10
Cyclohexadien . . .	23,4	52,6	25,0	63,60
Benzol	23,3	53,9	22,8	64,85
n-Propylbromid . .	23,1	55,6	21,5	60,00
Cyclohexen	22,8	51,9	25,3	64,05
Trichloräthylen . .	20,4	38,4	41,2	67,25
Äthylenchlorid . . .	19,4	54,9	25,7	66,70
n-Hexan	18,7	57,1	25,2	56,60
Isobutylchlorid . .	17,6	62,6	19,8	58,62

Man sieht, daß es einige Stoffe gibt, die auf Grund der obigen theoretischen Forderungen für die Alkoholabsolutierung mittels Destillation ternärer Gemische günstiger als Benzol wirken müßten, wie z. B. Äthyljodid und Chloroform. Als weitere bestimmende Faktoren für die praktische Anwendbarkeit der Zusatzstoffe kommen jedoch die Möglichkeit ihrer ökonomischen Wiedergewinnung und ihr Preis in Frage. Hier hat nun das Benzol den entscheidenden Vorzug, daß es sich infolge seiner sehr geringen Mischbarkeit mit Wasser weitgehend zurückgewinnen läßt und daß es relativ sehr billig ist, weshalb man wohl sagen darf, daß es als Zusatzstoff im Youngschen bzw. Keusslerschen Verfahren kaum von einer anderen Substanz zu verdrängen sein wird.

Kurze Originalmitteilungen.

Unter Mitwirkung von Max Hartmann, Max v. Laue, Carl Neuberg, Arthur Rosenheim und Max Volmer.
Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Glutathion und Blutgerinnung.

In Verfolg der Feststellung von Mueller und Sturgis[1], wonach Cystein die Blutgerinnung hemmt, untersuchten wir die Wirkung des Glutathions (GSH bzw. G_2S_2) auf den Gerinnungsvorgang. Dabei ergab sich, daß GSH die Gerinnbarkeit von frischem Blut schon in viel geringerer molarer Konzentration aufhebt als Cystein. Versuche mit Oxalatplasma zeigten, daß diese Gerinnungshemmung stets eintritt, wenn die GSH-Konzentration mindestens $2 \cdot 10^{-2}$ molar ist, unterhalb dieser Konzentration (bis herab zu $2 \cdot 10^{-3}$ m) jedoch nur bei neutraler und saurer Reaktion ($p_H < 7{,}4$) deutlich ist (A-Effekt), während bei $p_H > 7{,}4$ niedrige GSH-Konzentrationen die Gerinnung beschleunigen (B-Effekt). G_2S_2 weist keinen oder nur einen sehr schwachen A-Effekt, aber einen starken B-Effekt auf; es beschleunigt bei alkalischer Reaktion die Gerinnung erheblich. Da diese Effekte bereits bei der GSH-Konzentration des Blutes nachweisbar sind und wir neuerdings G_2S_2 im Plasma, dem eigentlichen Substrat der Gerinnung, feststellen konnten, scheint das Blutglutathion eine spezifisch steuernde Funktion bei der Blutgerinnung zu erfüllen, indem es intravasal die Gerinnung hemmt, im extravasalen, durch CO_2-Abdunstung alkalisch gewordenen Blut dagegen die Gerinnung beschleunigt. Der Angriffspunkt der Glutathionwirkung ist ausschließlich das

[1] J. H. Mueller, S. S. Sturgis, Science 75, 140 (1932).

Thrombin. Substanzen, die mit SH-Gruppen chemisch reagieren und sie dadurch blockieren (SeO_3'', Jodessigsäure, Arsanilsäure), heben bei geeigneter Konzentration die Wirkung des GSH auf das Thrombin vollkommen auf. Daß es sich bei dieser nicht einfach um eine Verschiebung des p_H-Optimums der Thrombingerinnung handelt, geht aus folgendem hervor. *Kupfer* in Konzentrationen, die keinen Einfluß auf die Thrombingerinnung von Oxalatplasma haben ($2 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ m), verstärkt den A-Effekt des GSH außerordentlich und läßt den B-Effekt unbeeinflußt (bzw. schwächt ihn in höheren Konzentrationen ab). *Eisen-* (2) in kleinen Konzentrationen ($2 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ m), die für sich deutlich gerinnungs*hemmend* wirken, verstärkt dagegen den B-Effekt (*beschleunigt* also die Gerinnung in GSH-Gegenwart) und hebt den A-Effekt auf. Auch hier sind Fe und Cu in Konzentrationen wirksam, wie sie im Plasma vorliegen. Eisenkomplexbildner ($\alpha\alpha'$-Dipyridyl, o-Phenanthrolin), zu Plasma zugesetzt, verhindern den B-Effekt, aber nicht den A-Effekt des Glutathions, umgekehrt Substanzen, die Cu innerkomplex binden (Salicylaldoxim, Na-Diäthyldithiocarbamat), nur den A-, aber nicht den B-Effekt. Daraus scheint hervorzugehen, daß die gerinnungshemmende Wirkung des GSH bei $p_H < 7{,}4$ auf einer *Cu-Antikatalyse*, die gerinnungsbeschleunigende bei $p_H > 7{,}4$ auf einer *Fe-Katalyse* beruht.

In gleicher Weise wie GSH (auch hinsichtlich der Produktion eines A- und eines B-Effektes), wenn auch schwächer als dieses, beeinflussen HCN und l-Ascorbinsäure (C-Vitamin) die Thrombinwirkung. Der B-Effekt der Ascorbinsäure wird wie beim GSH durch Fe aktiviert.

Der hier erstmalig erbrachte Nachweis, daß die Blutgerinnung, speziell die Thrombinwirkung, mit schwermetallkatalysierten Oxydoreduktionsvorgängen gekoppelt ist — eine Tatsache, auf die schon die Beobachtungen von Baumberger[1] und Boyd[2] hindeuten —, ist auch im Hinblick auf die noch immer umstrittene Frage von Bedeutung, was für ein Ferment das Thrombin ist. Die Art und Weise, wie GSH unter Mitwirkung von Fe und Cu die Leistung des *Thrombins* steuert, hat so große Ähnlichkeit mit den Aktivierungs- und Hemmungseffekten, wie sie nach den Beobachtungen von Waldschmidt-Leitz, Edlbacher, Maschmann und Perlzweig bei Einwirkung von SH-Verbindungen mit und ohne Fe und Cu auf *Kathepsin*, *Papain*, *Arginase* und *Urease* zustande kommen, daß aus dieser Analogie mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine Verwandtschaft des Thrombins mit den genannten Fermenten, die sämtlich hydrolytisch wirken und am Eiweißabbau beteiligt sind, geschlossen werden darf. Es scheint sich somit die zuerst von Mellanby vertretene Theorie zu bestätigen, daß das Thrombin ein *proteolytisches Ferment* ist. (Ausführliche Veröffentlichung in Hoppe-Seylers Z.)

Breslau, Physiologisches Institut der Universität, den 21. Juni 1934.

Joachim Kühnau. Vitalis Morgenstern.

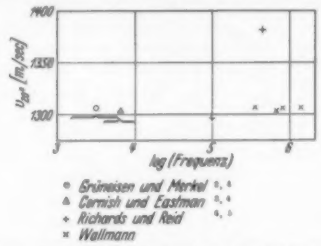
Zur Frage der Einstelldauer der Rotationswärme von Wasserstoff.

In einer ausführlichen Arbeit über die Schallgeschwindigkeit in Äthylen-Wasserstoff-Mischungen teilen Richards und Reid[3] mit, daß die Schallgeschwindigkeit in Wasserstoff bei den Frequenzen 94 und 451 kHz 1319 bzw. 1409 m/sec betrage (bei 30° und 780 mm Hg-Druck). Der letztere Wert überschreitet sehr erheblich den aus der Formel

$$V^2 = -\varkappa \frac{\varphi^2}{M} \left(\frac{\partial p}{\partial \varphi}\right)_T$$

zu errechnenden (1328 m/sec). Diesen Daten wird die naheliegende Deutung gegeben, daß sich bereits bei 451 kHz die unvollständige Einstellung der Rotationswärme bemerkbar mache, was in der Tat einen Anstieg der Schallgeschwindigkeit um 9 % mit wachsender Frequenz zur Folge haben würde[4]. Wenn dieser Befund zuträfe, so wäre damit eine außerordentlich interessante Möglichkeit geboten, die Anregung von Rotationsquanten durch Molekülstoß zu studieren.

Tatsächlich zeigen jedoch Messungen, die im hiesigen Institut angestellt wurden[1], wie die Figur zeigt, keine Andeutung eines Schallgeschwindigkeitsanstieges im reinen Wasserstoff (99,6proz.) bis zur Frequenz 1481 kHz. Unseren Daten ist zu entnehmen, daß die Einstelldauer der Rotationswärme bei Zimmertemperatur kleiner als 10^{-8} sec ist.



Marburg, Physikalisches Institut der Universität, den 22. Juni 1934. H. O. Kneser. M. Wallmann.

Über die p_H-Grenzen einiger saprophytischer Flagellaten.

In einer einfachen Nährlösung, die neben K_2HPO_4, $MgSO_4$ und $FeSO_4$ Essigsäure als C- und Energiequelle, sowie Ammoniak als N-Quelle enthält, gedeihen einige in Reinkultur gezogene Flagellaten sehr gut. Bei dreien von ihnen war die Kohlensäure-Assimilation ausgeschlossen, weil sie chlorophyllfrei sind. Dies waren *Polytoma uvella*, *Polytomella agilis* und *Chilomonas paramecium*. Die zwei anderen, nämlich *Chlorogonium euchlorum* und *Chlorogonium elongatum*, wurden im Dunkeln kultiviert und behielten dabei ihr Chlorophyll.

Durch Zusatz verschiedener Mengen von NH_4OH zu 1/10 n $C_2H_4O_2$ und Verdünnung auf 1/4 wurden Reihen abgestufter H-Ionenkonzentration erzielt, mit deren Hilfe festgestellt werden konnte, innerhalb welcher p_H-Grenzen ein Gedeihen möglich war. Die Zahlen in Klammern bedeuten die p_H-Werte, bei denen Vermehrung ausblieb, die anderen diejenigen, bei denen eine solche noch stattfand.

Polytoma uvella	$> 8{,}5$—7,1 (6,7)
Polytomella agilis	(6,7) 6,5—5,3 (5,0)
Chilomonas paramec.	(7,3) 6,7—5,7 (5,6)
Chlorogonium euchlor.	$> 8{,}5$—5,7 (5,6)
Chlorogonium elongat.	$> 8{,}5$—5,7 (5,6)

Es zeigte sich demnach, daß die p_H-Bereiche für Vermehrung für jede Art kennzeichnend und zum Teil recht eng waren. Die in faulenden Eiweißlösungen gemeinen Arten *Polytoma uvella* und *Chilomonas paramecium* würden danach wegen ihrer verschiedenen p_H-Bereiche niemals in Wettbewerb treten. *Polytomella agilis* könnte erst recht nicht mit dem ihr morphologisch und ernährungsphysiologisch nahe stehenden *Polytoma* zusammen vorkommen. Die beiden *Chlorogonien* gehen ähnlich dem letztgenannten in den stärker basischen Bereich und können deshalb auch bei starker Ammoniakentwicklung durch Deaminierung gedeihen.

Es sei aber besonders betont, daß die obigen Grenzwerte nur unter den genannten Kulturbedingungen gelten. Gewisse Nährstoffe, z. B. Peptone, erweitern den p_H-Bereich ganz erheblich. Unstimmigkeiten mit früheren Angaben (E. Pringsheim, Gebauer, Mast und Pace) erklären sich wohl daraus. Die Abhängigkeit der Grenzwerte von Art und Konzentration der Nährstoffe sowie von anderen Bedingungen soll noch untersucht werden.

Prag, den 26. Juni 1934. E. G. Pringsheim.

---

[1] I. P. Baumberger, R. T. Bigotti, K. Bardwell, Amer. J. Physiol. 90, 277 (1929).

[2] M. J. Boyd, J. of biol. Chem. 103, 249 (1933).

[3] W. T. Richards u. J. A. Reid, J. chem. Phys. 2, 206 (1934).

[4] H. O. Kneser, Ann. Physik 16, 343 (1933).

[1] Mitgeteilt auf der Tagung des Gauvereins Hessen der Dtsch. phys. Ges. in Gießen am 17. II. 1934.

[2] E. Grüneisen u. E. Merkel, Ann. Physik 66, 344 (1921).

[3] R. E. Cornish u. E. D. Eastman, J. amer. chem. Soc. 50, 627 (1928).

[4] Umgerechnet auf 20°.

[5] Siehe Note 3, Spalte 1.

Atomgewicht und mechanisches Kernmoment des Protactiniums.

Durch das freundliche Entgegenkommen von Herrn O. HAHN, der uns 5 mg von seinem Protactinium-Präparat[1] zur Verfügung stellte, ist es uns möglich gewesen, einige Hyperfeinstrukturaufnahmen vom Protactinium-Spektrum zu machen. Es ist das Gebiet 6500 bis 4300 A.E. aufgenommen worden. Protactinium hat ein sehr linienreiches Spektrum, von dem viele Linien Hyperfeinstrukturaufspaltungen zeigen. Da bisher ohne Ausnahme Hyperfeinstrukturaufspaltungen nur bei Elementen mit ungeradem Atomgewicht (Zahl der Neutronen + der der Protonen ungerade) beobachtet worden sind, so muß aus der Existenz der Hyperfeinstruktur beim Protactinium auf ein ungerades Atomgewicht desselben geschlossen werden. Da nun Protactinium durch 6maligen α-Zerfall in Blei umgewandelt wird und man bisher nur ein ungerades radioaktives Blei, nämlich Pb^{207}, kennt, so bestätigt sich die Annahme, daß Pb^{207} das Endprodukt der Actiniumreihe ist, und daß Protactinium das Atomgewicht $207 + 6 \cdot 4 = 231$ besitzt.

Weiter ergibt sich aus den Hyperfeinstrukturbildern *eindeutig*, daß Protactinium das mechanische Kernmoment $I = 3/2$ hat. Es ist damit zum erstenmal das mechanische Kernmoment eines Elementes einer radioaktiven Reihe bestimmt.

Einzelheiten über die verwendete Lichtquelle, das Spektrum und die Hyperfeinstrukturbilder werden demnächst in der Z. Physik veröffentlicht.

Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium-Institut für Sonnenphysik, den 27. Juni 1934.

H. SCHÜLER. H. GOLLNOW.

[1] Vgl. G. GRAUE u. H. KÄDING, Naturwiss. **22**, 386 (1934).

Besprechungen.

Handbuch der Astrophysik, Band I: Grundlagen der Astrophysik. 1. Teil. Berlin: Julius Springer 1933. XII, 564 S. und 299 Abbild. Preis geh. RM. 96.—, geb. RM 99.—.

Der als letzter erschienene Band I des Handbuches bringt vor allem instrumentelle Kapitel. Ein in dem ursprünglichen Plan vorgesehener Artikel von A. KÜHL, über physiologische Optik, ist ausgefallen, was bedauert werden muß, wenn auch ein Teil der dahin gehörigen Dinge an anderen Stellen — vor allem in der „Visuellen Photometrie" von HASSENSTEIN — zur Sprache gebracht worden ist. Ebenso fehlen die „Stellarastronomischen Hilfsmittel" des Entwurfes, die in einer größeren Sammlung von Tafeln und Nomogrammen (O. BIRCK) bestehen sollten.

Das erste Kapitel — *Grundlagen der theoretischen Optik* — bringt aus der Feder eines theoretischen Physikers — H. SCHULZ, Berlin — das, was der Astronom über Polarisation, Interferenz, Beugung, Doppler-Effekt, Zeeman-Effekt und Stark-Effekt wissen sollte. Man wird diese geschlossene Zusammenstellung, die knapp und sachlich einführt, begrüßen, auch wenn ihre einzelnen Gegenstände an anderen Stellen des Handbuches in unmittelbarem Zusammenhang mit den speziellen Anwendungen noch einmal behandelt sind.

ALBERT KÖNIG, Jena, gibt eine mit Abbildungen reich ausgestattete Einführung in die *„Theorie des Fernrohres"*. Er behandelt nicht nur die geometrisch optischen und beugungstheoretischen Grundlagen, sondern auch die ganze Vielseitigkeit der praktischen Verwirklichungen und, in dieser Vollständigkeit der Zusammenstellung für den Astronomen ganz besonders wertvoll, die Methoden zur Prüfung auf Fehler des Materials und der optischen Leistungen.

Das in der Hauptsache noch von C. RUNGE, Göttingen, fertiggestellte Kapitel *„Spektroskopie"* ist nach dem Tode des Verfassers von K. W. MEISSNER, Frankfurt, ergänzt worden. Es behandelt allgemein die Theorie der Lichtbrechung durch Prismen, mit besonderer Betonung graphischer Konstruktionen; dann die Theorie der Gitter- und Interferenzspektroskope, insbesondere im Hinblick auf die absolute Wellenlängenbestimmung. Der Ableitung und Diskussion der „Wellenlängensysteme" ist der letzte Abschnitt gewidmet, der ausführliche Tabellen der Normallinien verschiedener Ordnung und der systematischen Beziehungen der einzelnen Wellenlängensysteme zueinander enthält.

Die Anwendung der Theorie auf die Konstruktion von Sternspektrographen, wobei die Bestimmung von Radialgeschwindigkeiten im Vordergrund steht, bringt in einem besonderen Kapitel — *Sternspektrographie und Bestimmungen von Radialgeschwindigkeiten* — G. EBERHARD, Potsdam, in breit angelegter Darstellung, fußend vor allem auf den reichen Erfahrungen des Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam, das an der Entwicklung der Apparate und Methoden führenden Anteil hat. Der Beitrag vermittelt eine gute Einsicht in die Bedingungen, die beim Bau astronomischer Spektrographen zu erfüllen sind, und stellt zugleich alles Material bereit an Hilfstafeln und Anleitungen bis zur endgültigen Auswertung der Beobachtungen.

Das fünfte Kapitel, von W. BERNHEIMER, Wien, ist den *„Apparaten und Methoden zur Messung der Gesamtstrahlung der Himmelskörper"* gewidmet. Der Titel ist insofern irreführend, als auch Instrumente und Methoden aufgenommen sind, welche der Messung der spektralen Energieverteilung gelten. Zur Darstellung kommen: Aktinometer, Pyrheliometer, Pyranometer, Bolometer, Thermoelemente, Radiometer, sowie die Messungen im Infrarot mit Selenzellen, Photozellen und Infrarotplatten. Innerhalb des dadurch gekennzeichneten Rahmens eine zuverlässige Quelle reicher Belehrung nicht nur für den Praktiker, sondern auch für den Theoretiker, der sich ein Urteil bilden will über die Zuverlässigkeit der Meßergebnisse.

Das letzte Kapitel — *Reduktion photographischer Himmelsaufnahmen* von ARTHUR KÖNIG, Jena — hat nur einen losen Zusammenhang mit der eigentlichen Astrophysik. Es behandelt alles das, was zu wissen nötig ist, um aus photographischen Himmelsaufnahmen Sternörter abzuleiten, einschließlich der sehr brauchbaren Hilfstafeln zur praktischen Durchführung der Rechnungen.

Das Handbuch liegt nun abgeschlossen vor in 6 Bänden, von denen 3 zu stattlichen Doppelbänden angewachsen sind. Trotz der für ein Handbuch mit seiner großen Zahl von Mitarbeitern verhältnismäßig kurzen Zeitspanne zwischen dem Erscheinen des ersten und des letzten Bandes (1928—1933) hat die gerade im vergangenen Jahrzehnt teilweise stürmische Entwicklung der Astrophysik es mit sich gebracht, daß einzelne Beiträge schon heute nicht mehr ganz „auf der Höhe der Zeit" sind. Die Herausgeber wollen daher noch einen Nachtragsband herausbringen, der das Gesamtwerk auf einen einheitlichen Stand bringen soll. Man wird eine abschließende Beurteilung des Gesamtwerkes vielleicht aufschieben dürfen, bis dieser in Aussicht gestellte Ergänzungsband die jetzt noch bestehenden Ungleichmäßigkeiten ausgeglichen haben wird. H. KIENLE, Göttingen.

JEANS, Sir JAMES, **The New Background of Science.** Cambridge: At the University Press 1933. VIII, 303 S. und 2 Abb. 14 cm × 20 cm. Preis 7/6 net.

Das Erscheinen eines neuen Buches von Sir James JEANS ruft stets weit außerhalb des Kreises der Fach-

genossen und auch in den Ländern anderer Sprache berechtigtes Aufsehen hervor. Wie seiner früheren Schrift „The Mysterious Universe" ist auch dem neuen, durch Tiefe der Gedanken, fesselnde Darstellung und blendenden Stil ausgezeichneten Buche „The New Background of Science" die weiteste Verbreitung zu wünschen; zumal der englischen Originalausgabe rasch eine deutsche Übersetzung (Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart) auf den Fuß folgte.

In der Form eines Überblickes über das Gesamtgebiet der modernen Physik sucht die neue Schrift in gemeinverständlicher Weise zu zeigen, wie die Entwicklung der Physik von der materialistischen Auffassung des 19. Jahrhunderts zu einer „mentalistischen" Auffassung führte; dies geschah, indem immer mehr das, was der Physiker Natur nennt, zu etwas von ihm Geschaffenen oder zumindest Ausgewählten oder durch Abstraktion Gewonnenen wurde, und sich dadurch immer mehr der einst scharfe Gegensatz zwischen dem Physiker und der Natur milderte.

Von den Wegen zur Erfassung der Außenwelt und den Methoden der modernen Physik handeln die ersten Kapitel der Schrift. JEANS weist treffend darauf hin, daß die Natur nie die Frage beantworten könne, ob eine Hypothese wahr, sondern nur ob sie noch aufrecht zu erhalten sei. Als Endziel der Entwicklung erscheint nach JEANS die Schaffung einer einzigen Theorie, die, ohne eine Erklärung der Natur zu beanspruchen, dennoch alle unsere Wahrnehmungen über Naturerscheinungen umfassen könnte. Raum und Zeit, mit denen sich sodann JEANS eingehender beschäftigt, seien nicht als Gerüst der Natur anzusehen, sondern als solches unserer Sinneswahrnehmungen. Da der Raum als solcher auf den menschlichen Geist keine Wirkung ausüben könne, so sei es auch sehr unwahrscheinlich, daß sein wahres Wesen je von dem menschlichen Geiste erfaßt werden könne.

In den nächsten Kapiteln, die der Struktur der Welt, der Materie und der Strahlung gewidmet sind, steht im Mittelpunkt der Betrachtung der Gegensatz zwischen Beobachtbarem und Nichtbeobachtbarem. Zu letzterem gehören die Modelle, die die Wissenschaft nur deshalb ersann, weil sie sie für fähig hielt, die beobachtbaren Dinge zur Hervorbringung beobachtbarer Effekte zu veranlassen. In der Verdrängung dieser unbeobachtbaren Wesen aus dem Naturbilde äußere sich der Fortschritt der Physik. Vor allem habe dies von dem absoluten Raum, der absoluten Zeit und dem Äther gegolten. Aber auch Elektronen und Protonen seien lediglich unbeobachtbare Quellen beobachtbarer Ereignisse. Ein einzelnes Elektron oder Proton sei notwendigerweise, so meint JEANS, ereignislos und könne daher auch niemals seine Existenz verraten.

Auch durch die letzten Kapitel, in denen JEANS die Wellenmechanik, den Indeterminismus und das Weltgeschehen als solches behandelt, zieht sich der Grundgedanke, daß die Natur der objektiven Welt ein unlösbares Problem darstelle und daß sich die Philosophie der Natur auf das kleinere Problem konzentrieren müsse, unsere Beobachtungen der Natur in ein geordnetes System zu bringen und dabei stets des subjektiven Ursprungs der angenommenen unbeobachtbaren Dinge eingedenk zu bleiben.

Nicht jeder Leser wird sich freilich den Schlußfolgerungen von JEANS restlos anschließen können; aber wohl jedem wird die Lektüre des ungemein geistvollen Buches einen erlesenen Genuß und hoffentlich vielen eine Anregung zu weiterem Nachdenken bedeuten. ARTHUR HAAS, Wien.

BROWN, E. W., und C. A. SHOOK, **Planetary Theory** Cambridge (Engl.): University Press 1933. XI, 302 S. 13 cm × 22,5 cm. Preis sh 15.—.

Wir verdanken E. W. BROWN umfangreiche numerische Untersuchungen über die Bewegung der Körper des Sonnensystems. Seine Mondtheorie liegt jetzt den Ephemeriden aller Jahrbücher zugrunde; in den letzten Jahren hat er sich der Theorie der Bewegung der kleinen Planeten zugewandt und besonders die Gruppe der Planetoiden behandelt, die sich in den LAGRANGEschen Dreieckspunkten mit Sonne und Jupiter befinden („Trojaner").

Der praktischen Seite der Himmelsmechanik — den Methoden zur Berechnung der allgemeinen Bahn eines Planeten — ist auch das vorliegende, gemeinsam mit C. A. SHOOK verfaßte Lehrbuch gewidmet. Die einleitenden Kapitel beschäftigen sich neben mathematischen Vorbereitungen mit den Bewegungsgleichungen und der elliptischen Bewegung. Der Hauptteil umfaßt die für den praktischen Rechner wichtigen Methoden der Entwicklung der Störungsfunktion, wobei der Behandlung der langperiodischen Glieder besondere Aufmerksamkeit zugewendet wurde (Resonanztheorie). Den Abschluß bildet die Darlegung der Theorie der Trojanergruppe. Ein Anhang (Numerical harmonic analysis) behandelt die Berechnung der Störungsfunktion in Anlehnung an Tafeln, die vor kurzem von E. W. BROWN und D. BROUWER berechnet worden sind.

Wir müssen E. W. BROWN außerordentlich dankbar sein, daß er und sein Mitarbeiter uns dieses auf so langer praktischer Erfahrung gegründete Lehrbuch der Bewegungstheorie der Planeten geschenkt haben.

A. KOPFF.

Technische Mitteilungen.

Technischer Rückblick. Wenn unter den bemerkenswerten technischen Erscheinungen des vergangenen Jahres in dieser kurzen Rückschau vor allem solche gewürdigt werden sollen, in denen bestimmte, zum Teil bereits seit längerer Zeit erkennbare Entwicklungstendenzen inzwischen festumrissene Formen gefunden haben, so werden hierbei zunächst die Verkehrseinrichtungen einen breiteren Raum einnehmen. Erhöhung der Reisegeschwindigkeit, Steigerung der Betriebssicherheit und Verbesserung der Wirtschaftlichkeit — die Forderungen, die von jeher für den Fortschritt in allen Zweigen des Verkehrswesens richtungweisend gewesen sind, konnten ihrer Erfüllung wieder um einiges nähergebracht werden. Im Kraftwagenbau ließ die letzte Internationale Automobilausstellung in Berlin wichtige konstruktive Vervollkommnungen erkennen. Die Probleme der Achsausbildung und der Federung sind zu einer gewissen Klärung gekommen, insofern sich, wenigstens in den deutschen Bauarten, die Schwingachse immer mehr durchsetzt, als Pendelachse vorwiegend für Hinterantrieb, als Federachse für die Abstützung der Vorderräder. In der Frage der Motorkühlung bleibt man weiter bemüht, geeignete Konstruktionen für Luftkühlung zu entwickeln. Die Bestrebungen in dieser Richtung haben sich nicht nur auf Lastkraftwagen beschränkt; auch in kleineren Personenwagen sind verschiedentlich luftgekühlte Motoren anzutreffen. Eine Aufgabe, der von jeher eine Vorrangstellung unter den Konstruktionsproblemen zukommt, weil sie eine Grundfrage der Kraftfahrtechnik überhaupt berührt, ist das Kuppeln und Schalten des Getriebes. Mannigfache Lösungen sind durch-

gebildet worden, um die Bedienung dem Wagenführer zu erleichtern. Es sei hier u. a. auf die neuzeitlichen hydraulischen, Druck- und Saugluftfernschaltungen hingewiesen. Die mühelose Betätigung der Schaltung hängt jedoch nicht allein von der Wahl dieser Mittel ab; wichtig ist vor allem, daß Einrichtungen zur Verfügung stehen, die das Getriebe während des Verstellens der Schaltgabel nicht nur vom Motor, sondern auch von der Hinterachse trennen, damit die Zahnräder des Getriebes während des Schaltvorganges unbelastet sind. Diese Möglichkeit schafft das Zusammenwirken von Kupplung und Freilauf, wie es heute schon bei verschiedenen Getriebekonstruktionen erreicht ist.

Für den Lastwagen hat der Dieselmotor bereits sehr große Bedeutung erlangt. Es bestehen auch für hohe Leistungen vollständig geschweißte Ausführungen, die neben dem Vorzug der Gewichtsverminderung erhöhte Bruchsicherheit bieten. Die Frage des Betriebsmittels hat in letzter Zeit wieder gesteigerte Aufmerksamkeit gefunden, nachdem neben dem Vergaser- und Dieselmotorwagen auch der Dampfkraftwagen, der Holzgasautobus und schließlich der Oberleitungswagen (Obbus) in neuen Ausführungsformen im öffentlichen Verkehr Deutschlands auftauchten. Diese Fahrzeugarten sind an sich schon von früher bekannt; ihre Anwendung in größerem Umfange beschränkte sich aber bisher vorwiegend auf das Ausland. Der vor kurzem herausgebrachte Dampfautobus von Henschel und Sohn in Kassel weist vor dem Führersitz eine Hochdruckdampfanlage auf, die in einer Rohrschlange von 230 m Länge überhitzten Dampf bis zu 100 at erzeugen kann und damit eine Antriebsmaschine von 110—150 PS Leistung speist. Zur Feuerung können fast alle flüssigen Brennstoffe dienen. Den Betrieb des Gebläses und des Kondensatorlüfters besorgt der Abdampf der Maschine, die ohne Zwischenschaltung eines Getriebes unmittelbar auf die Hinterräder wirkt. Die selbsttätige Kesselregelung, die Einfachheit der Bedienung durch den Fortfall des Schaltens, das hohe Beschleunigungs- und Steigvermögen sowie die Verwendbarkeit billigster Betriebsstoffe eröffnen dem Dampfkraftwagen bedeutende Entwicklungsaussichten. — Die Einführung des Holzgaskraftwagens, wie er vor einiger Zeit als Omnibus in den regelmäßigen Verkehr der Rostocker Straßenbahn eingestellt wurde, kommt den Wünschen der Forstwirtschaft weit entgegen, weil sich durch ihn neue Absatzmöglichkeiten für deutsches Holz ergeben. Der mit einem Henschel-Motor und einem Imbert-Gaserzeuger ausgerüstete Wagen vollbringt eine Tagesleistung von rd. 300 km. Der am hinteren Ende eingebaute Gasgenerator wird unten mit Holzkohle, darüber mit kleinstückigem lufttrockenem Holz beschickt. Die Vergasung erfolgt, nach Entzünden des Brennstoffes durch eine Lunte, mittels eines Ventilators und ist nach etwa 5 Minuten so weit vorgeschritten, daß der Motor anspringen kann. Dieser entspricht einem üblichen Benzinmotor, arbeitet aber mit etwas höherer Verdichtung. — Mit der Eröffnung der Oberleitungs-Omnibuslinie Spandau—Staaken wurde innerhalb der letzten 3 Jahre die dritte deutsche Strecke dieser Art in Betrieb genommen. Wie erinnerlich, haben schon vor dem Kriege elektrische Oberleitungsomnibusse in Deutschland verkehrt, doch waren diese wegen ihrer unzulänglichen konstruktiven Durchbildung den praktischen Erfordernissen nicht genügend gewachsen. Erst nach 15 Jahren ging man daran, die besonderen Aufgaben, die bei dieser Betriebsart vorliegen, erneut und erfolgreich in Angriff zu nehmen. Der neueste Obbus erreicht mit einem Doppelmotor von insgesamt 110 PS eine Höchstgeschwindigkeit von 45 km/Std. Er ist dreiachsig ausgebildet und verfügt über 70 Plätze.

Wenn das Bild der deutschen Straßenverkehrsmittel um einige neue Züge bereichert erscheint, so darf man auch darin eine Bestätigung dafür sehen, daß die vielfältigen Bedürfnisse des Straßenverkehrs nur auf verschiedenen Wegen in wirtschaftlicher Weise zu befriedigen sind. Eine weitschauende Verkehrspolitik wird stets bemüht sein, durch Einsatz der jeweils geeignetsten Möglichkeiten ein gutes Zusammenwirken der verschiedenen Fahrzeuggattungen zu erreichen. Besonders deutlich kommt eine solche Auffassung in dem Umstand zum Ausdruck, das durch das Gesetz vom 27. Juni 1933 die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft zur Trägerin des Unternehmens Reichsautobahnen geworden ist. Damit hat man die volle Gleichberechtigung von Straße und Schiene und die Notwendigkeit einer engen Gemeinschaftsarbeit zwischen Kraft- und Eisenbahnfahrzeugen auch nach außen gekennzeichnet. In diese ist mit der Eröffnung der ersten Luftfrachtlinie der Reichsbahn zwischen Berlin und Königsberg zugleich der Flugdienst mit einbezogen worden. Daß die Deutsche Reichsbahn ihrerseits an der Verbesserung der Verkehrsbedingungen auf ihrem eigensten Gebiet, eben im Eisenbahnwesen, ständig mitwirkt, hat sie mit der Indienststellung des ersten dieselelektrischen Schnelltriebwagens auf der Strecke Berlin—Hamburg aufs neue bewiesen. Dieser Schritt zum Schnellverkehr mit kleinen Wageneinheiten ist von grundsätzlicher Bedeutung; er ermöglicht nicht nur eine Verkürzung der Reisezeiten, sondern auch eine Steigerung der Verkehrsdichte. Die gewählte Höchstgeschwindigkeit von 160 km/Std. bedeutet selbstverständiich nicht die technisch erreichbare Höchstleistung, sondern ist durch betriebsorganisatorische Rücksichten bedingt. In konstruktiver Beziehung zeigt das Fahrzeug viel Bemerkenswertes, wie es schon äußerlich in der ausgeprägten Stromlinienform zum Ausdruck kommt. Die Unterbringung des 410-PS-Dieselmotors zusammen mit dem Generator im Drehgestell, die elektrische Übertragung, die Durchbildung der Bremse sowie der induktiven Zugbeeinflussung u. a. m. waren schwer zu lösende Aufgaben. Nunmehr sind schon weitere dieselelektrische Triebwagen vom Typ des „Fliegenden Hamburgers" in Auftrag gegeben. Von anderen, für den Ausbau des Triebwagenverkehrs bestimmten Fahrzeugen verdienen die neuen Dampftriebwagen Erwähnung, die Hochdruckkessel nach Art der Dampfkraftwagen erhalten haben.

Im Schiffbau haben die Bemühungen um eine Steigerung der Fahrgeschwindigkeiten und um eine allgemeine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit im Betrieb zu sehr interessanten Maßnahmen geführt. Die Erkenntnis, daß nicht nur durch ein Erhöhen der Maschinenleistungen, sondern auch durch zweckmäßigeres Gestalten der Schiffsaußenformen beträchtliche Gewinne an Fahrzeit und Betriebsmitteln zu erreichen sind, war bereits in den letzten Jahren für verschiedene Schiffsumbauten bestimmend gewesen. Auf Grund der hierbei gewonnenen Erfahrungen hat sich die Hamburg-Amerika-Linie entschlossen, die vier Schiffe ihrer Ballinklasse mit einem neuen Vorschiff zu versehen. Schleppversuche in der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt haben ergeben, daß eine geringe Verlängerung und Zuschärfung des Vorschiffes bei gleichbleibender Geschwindigkeit die erforderliche Maschinenleistung von 28000 auf 20000 PS herabsetzen oder bei gleichbleibender Maschinenleistung die Geschwindigkeit um etwa $1^3/_4$ Knoten, d. h. um etwa 10% erhöhen würde. Ein für den vorliegenden Zweck besonders

durchgebildetes Umbauverfahren ermöglicht es, die Liegezeit jedes Schiffes an der Werft auf 2 Monate zu beschränken. Auf diese Weise konnte die „Hamburg", die als erstes Schiff im Oktober 1933 eingedockt wurde, bereits im Januar 1934 ihre erste Überfahrt nach New York und zurück in umgebautem Zustand erfolgreich zurücklegen.

Neben diesen Arbeiten treten auch im Schiffbau die Bestrebungen um bestmögliche Ausnutzung der Betriebsmittel durch Vervollkommnung der Antriebseinrichtungen keineswegs zurück. Etwa 50% aller Schiffe sind heute noch mit Kolbendampfmaschinen versehen, die mit Sattdampf arbeiten. Durch Erhöhen der Dampftemperaturen und durch gute Weiterverwertung des Dampfes sind hier noch Ersparnisse zu erzielen. Sehr günstige Erfahrungen wurden u. a. mit der Verbindung von Kolbendampfmaschine und Abdampfturbine nach BAUER-WACH gemacht, die auf etwa 265 Schiffen in Betrieb ist. Ersparnisse im Dampfverbrauch sind nicht nur im Hinblick auf die Brennstoffkosten wichtig, sie tragen auch zur Erweiterung des Fahrbereiches bei, woran z. B. die Fischerei sehr interessiert ist, der auf diese Weise die Möglichkeit zu höheren Fangerträgen gegeben wird.

Die Zusammenarbeit von Schiffahrt und Luftfahrt ist mit dem Einsatz des Katapultschiffes „Westfalen" als Flugstützpunkt im Südatlantik in eine neue Phase getreten. Als Vorläufer darf man die Einrichtung eines Katapultflugdienstes von der „Bremen" und „Europa" auf der Nordatlantikstrecke betrachten, wenn auch dieser nur dazu dienen kann, die Postbeförderung in den letzten Abschnitten der Seefahrt durch Zuhilfenahme von Flugzeugen zu beschleunigen. Die „Westfalen" hingegen wird mit ihren Start-, Lande- und Funkeinrichtungen die Voraussetzungen für einen regelmäßigen, vollständig mit Flugzeugen zu bestreitenden Ozeanverkehr schaffen helfen, wobei es sich bis auf weiteres allerdings nur um Postbeförderung handeln wird. Diese soll nunmehr im Südamerika-Dienst wöchentlich durchgeführt werden, und zwar in der Weise, daß der „Graf Zeppelin" und die Flugboote abwechselnd die Strecke befliegen. Die ersten Erprobungen des Katapultschiffes im Südatlantik wurden mit Dornier-Wal-Flugbooten vorgenommen, die bei 8 t Gewicht eine Abfluggeschwindigkeit von 130 km/Std. haben. Die Schleuderanlage ist für 15 t Abschußgewicht und 150 km/Std. Abfluggeschwindigkeit bemessen; sie wird mit Druckluft betätigt, die ein Kompressor mit 180 at Enddruck liefert.

Der Flugzeugbau als solcher stand im vergangenen Jahre unverkennbar im Zeichen erfolgreicher Weiterentwicklung auf dem Wege zum Schnellflug. Wenn auch Rekordleistungen wie beispielsweise die von CASSINELLI, der im letzten Wettbewerb um den Schneider-Pokal 630 km/Std. erreichte, noch keinen Maßstab für die heutigen Geschwindigkeiten von Gebrauchsflugzeugen liefern, so zeigen sie doch, daß die Grenzen des Möglichen sich immer wieder ausweiten und geben damit einen starken Ansporn für einen zielbewußten Ausbau bisheriger Errungenschaften. Deutlich spiegelt sich diese Wirkung in der erheblichen Geschwindigkeitssteigerung unserer Verkehrsflugzeuge wieder. Noch vor 5 Jahren lag deren Durchschnittsgeschwindigkeit bei etwa 150 km/Std. Das neueste Heinkel-Schnellverkehrsflugzeug Baumuster HE 70 erreicht 377 km/Std. Es ist heute das schnellste auf Strecke eingesetzte Verkehrsflugzeug der Welt. Dieser große Erfolg ist zu einem wesentlichen Teil der zweckmäßigen Gestaltung des Verhältnisses zwischen dem Profilwiderstand und dem Widerstand der nichttragenden Teile zuzuschreiben, wozu eine sorgfältig durchdachte Formgebung am Übergang des Flügels in den Rumpf beitrug. Der Rumpf selbst wird heute spindelförmig und so glatt wie möglich ausgebildet, was allerdings eine Beschränkung der Stehhöhe im Innenraum erfordert. Die Dinge liegen hier ähnlich wie beim Auto, dessen Aufbau mit Rücksicht auf Schwerpunktslage und Luftwiderstand auch immer niedriger wird und dadurch notgedrungen die Bequemlichkeit beim Einstieg etwas einschränkt. Das Einziehen des Fahrwerks während des Fluges ist eine Maßnahme, die gleichfalls zur Verringerung des Stirnwiderstandes viel beiträgt und in letzter Zeit öfters angewendet wird.

Selbstverständlich ist auch der Luftschiffbau um eine weitere Steigerung der Reisegeschwindigkeiten bemüht. Der neue LZ 129, dessen Bau im letzten Jahre gute Fortschritte gemacht hat, wird mit einer Maschinenanlage von insgesamt 4400—4800 PS Leistung eine bedeutende Geschwindigkeitsreserve besitzen und auch sonst in seinen Ausmaßen, seiner Formgebung und seinen Fahrgasteinrichtungen dem „Graf Zeppelin' um vieles überlegen sein. Immerhin hat sich auch dieses Schiff, das inzwischen bereits seine 50. Ozeanüberquerung verzeichnen kann, im Südamerika-Dienst wieder ausgezeichnet bewährt und mit der planmäßigen Abwicklung des vorgesehenen Fahrtenprogramms seine Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit erneut unter Beweis gestellt.

Der „Luftverkehr", der sich auf drahtlosem Wege vollzieht, hat durch die starke Förderung des Rundfunkgedankens seitens der Reichsregierung eine weitere Belebung erfahren. Die Führer des neuen Deutschland haben sich zur Kundgebung ihres Willens der elektrischen Welle in einem bisher noch nicht gekannten Ausmaß bedient. Sie haben darüber hinaus auch auf die technische Fortentwicklung dieses Nachrichtenträgers Einfluß genommen. Der auf Veranlassung des Propagandaministeriums geschaffene Volksempfänger VE 301 vereinigt die Vorzüge hochwertiger Konstruktion und niedrigen Beschaffungspreises. Er wird seine Aufgabe, an jedem Ort Deutschlands einen einwandfreien Rundfunkempfang im Lautsprecher zu gewährleisten, um so leichter erfüllen können, nachdem im Laufe des letzten Jahres auch auf der Sendeseite durch Ausbau einer Reihe deutscher Stationen zu Großsendern mit 100 kW Leistung die notwendigen Vorbedingungen dafür gegeben sind.

Die Elektrizitätserzeugung zeigte im allgemeinen, wie in fast allen Ländern, so auch in Deutschland ein etwas günstigeres Bild als im Vorjahre; sie war — nach Schätzungen, die sich auf Monatsstatistiken der öffentlichen Werke stützen — mit etwa 25 Mrd. kWh rd. 8% höher als 1932, blieb aber damit noch immer weit hinter den Werten von 1929 zurück. Die technischen Probleme der Energieversorgung, die gerade in wirtschaftlich schwierigen Zeiten in immer neuem Lichte erscheinen, standen gelegentlich der Weltkraftkonferenz in Stockholm wieder vor einem größeren Kreis von Fachmännern zur Erörterung. Deutschland, das dieser Veranstaltung stets besondere Aufmerksamkeit geschenkt und 1930 die letzte Volltagung in Berlin veranstaltet hat, war auch diesmal mit einer großen Zahl wissenschaftlicher Beiträge vertreten. Die Verhandlungen der skandinavischen Konferenz, denen das Thema „Energieversorgung der Großindustrie und des Verkehrswesens aus eigenen und fremden Kraftquellen" zugrunde lag, brachte in ihrem Gesamtergebnis die Bestätigung der Tendenzen, die auf ein enges Zusammenwirken verschiedener Energiequellen und Energieformen und eine Verflechtung der einzel-

betrieblichen Energieversorgung mit der Landes-Energieversorgung hinzielen. Im Bereich der deutschen Elektrizitätserzeugung beansprucht die Vollendung des Kraftwerkes der Mitteldeutschen Kraftwerk Magdeburg A.-G. (Mikramag) besonderes Interesse. Die in ihren neuzeitlichen technischen Einrichtungen sehr bemerkenswerte, für eine Leistung von 90000 kW bemessene Anlage wird zunächst nur mit 3 Turbinen von je 22500 kW in Betrieb genommen, sobald die auf demselben Gelände untergebrachte Zinkhütte der Bergwerksgesellschaft Georg von Giesche's Erben fertiggestellt sein wird, deren Kraftversorgung sie in erster Linie dienen soll. Das Elektrizitätswerk wird ferner Magdeburgs Spitzenstrombedarf decken und die für die Zinkelektrolyse benötigte Wärme abgeben. Die Zinkerze werden aus Oberschlesien auf dem Wasserwege unmittelbar an die Hütte herangebracht, wofür die Lage des Werkes an der Kreuzung von Elbe und Mittellandkanal äußerst vorteilhaft ist. Zugleich wird dadurch auch eine wirtschaftliche Kohlenversorgung des Kraftwerkes mit oberschlesischer Steinkohle möglich. Den Gasbedarf der Zinkhütte wird die ebenfalls bei Magdeburg errichtete Großgaserei Mitteldeutschland decken, deren übrige Erzeugung vom Gasverteilungsunternehmen des mitteldeutschen Gruppengaskonzerns, der Gamanag, mittels eines ausgedehnten Ferngasnetzes abgesetzt werden soll. An dieses sind bisher rd. 150 Orte angeschlossen. Das neue Industriezentrum erfährt noch durch die Anlage des Mittellandkanalhafens, des zweitgrößten Hafens der Elbe, eine wichtige Ergänzung. Lg.

Die Eignung des Holzgasantriebes für Lastkraftwagen. Um das Verhalten von Holzgasantrieben für Lastkraftfahrzeuge in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht zu klären und zahlenmäßige Vergleichsmöglichkeiten zwischen Benzin- und Holzgasantrieb zu erhalten, hat das Institut für Landmaschinen an der Technischen Hochschule München eingehende Versuche durchgeführt, über die Prof. Dr. G. KÜHNE in der VdI.-Z. 78, Nr 10 näher berichtet. Das für die Prüfungen benutzte Fahrzeug war ein „Vomag"-Lastwagen für 3 t Nutzlast, ausgerüstet mit einem Vierzylindermotor von 6,6 l Gesamthubraum und einem Verdichtungsverhältnis 4,3 : 1. Das hintere Wagenende wurde so ausgebildet, daß verschiedene Gasgeneratoren eingebaut und leicht ausgewechselt werden konnten; hinter dem Führerhaus wurde ein Meßgefäß zur Aufnahme flüssigen Brennstoffes untergebracht, aus dem der Motor bei Vergleichsprüfungen mit Benzin gespeist wurde. Die für die Versuchsfahrten in der Umgebung Münchens ausgewählten Strecken, die an den Wagen die verschiedenartigsten Anforderungen stellten, gestatteten vor allem auch eine gute Beobachtung des Gaserzeugers bei längerer Höchstbeanspruchung infolge großer Steigungen, die z. B. auf der 5 km langen Kesselbergstraße zwischen Kochel- und Walchensee über 250 m betragen.

Solange das alte Verdichtungsverhältnis des Motors beibehalten wurde, zeigte sich der Holzgasantrieb dem Benzinantrieb entschieden unterlegen. Während auf der vorgenannten Strecke mit Benzin 70% des Weges im dritten und 30% im zweiten Gang gefahren werden konnten, waren bei Holzgasantrieb 84% nur im ersten Gang zu überwinden, 14% im zweiten und 2% im dritten Gang. Dabei betrug die mittlere Geschwindigkeit nicht mehr als 6,5 km/Std. gegenüber 14,3 bei Benzinbetrieb. Weit bessere Ergebnisse zugunsten des Generatorantriebes brachte eine durch Einbau höherer Kolben erzielte Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses im Motorzylinder auf 9 : 1. Jetzt wurden auch mit Holzgas, und zwar ohne wesentliche Abweichungen bei den einzelnen Generatorbauarten, mittlere Geschwindigkeiten bis zu 14,7 km/Std. erreicht, wobei 88% der Strecke im zweiten und 12% im dritten Gang zu bewältigen waren. Das Beschleunigungsvermögen des holzgasgespeisten Wagens blieb allerdings auch dann noch hinter dem des benzinbetriebenen Fahrzeuges zurück. Während bei letzterem schon nach 140 m Anfahrweg eine Geschwindigkeit von 30 km/Std. in der Ebene erreicht wurde (für alle Angaben über Benzinbetrieb gilt das ursprüngliche Verdichtungsverhältnis 4,3 : 1), war dies beim Holzgaswagen erst nach 220 m, beim Verdichtungsverhältnis 4,3 : 1 sogar erst nach 300 m möglich.

Vom ersten Anfachen des Gaserzeugers bis zur Inbetriebsetzung des Motors werden etwa 4—5 Minuten benötigt. Ist der Generator dann in Gang, so gibt er auch nach Fahrtunterbrechungen, sofern diese sich nicht über mehrere Stunden erstrecken, entweder sofort oder nach kurzem Anblasen das zum Wiederanfahren erforderliche Gas her. Ein gewisser Beharrungszustand tritt etwa 30—45 Minuten nach Fahrtbeginn ein; ihn zu erhalten, bedarf es einer geschickten Bedienung und Schalttechnik, besonders bei stoßweisen Belastungen in gebirgigem Gelände und im Stadtverkehr, denen der Gaserzeuger nicht mühelos nachkommt.

Der Brennstoffverbrauch je 100 km betrug unter Vollast im Mittel 87 kg Holz gegenüber 36 l Benzin; bei einem Preis von 0,05 RM./kg gaserzeugerfertig zerkleinertes Holz bzw. 38,50 RM./100 l Benzin ergeben sich daraus die Betriebskosten, auf 1 t Nutzlast umgerechnet, zu 1,60 RM. für Holz und 4,62 RM. für Benzin. (Bei Holzgasbetrieb sind von den ursprünglichen 3 t Nutzlast des Versuchswagens noch 10% infolge zusätzlicher Belastung durch die Gaserzeugeranlage in Abzug gebracht.) Für den Holzgaswagen ist außer diesen unmittelbaren Betriebskosten noch die zusätzliche Belastung des Betriebskostenkontos durch Abschreibungen, Verzinsung und Reparaturen des Generators zu berücksichtigen. Werden hierfür unter Annahme einer Lebensdauer von 3 Jahren insgesamt 50% der Aufwendungen für Beschaffung und Einbau der Anlage und Änderung der Motorverdichtung, das sind rund 1250 RM., angesetzt, so errechnen sich bei einer Benutzung des Fahrzeuges von rund 30000 km im Jahr die mittelbaren Betriebskosten des Holzgaswagens je 100 km Förderung und 1 t Nutzlast zu etwa 1,54 RM. Die gesamten Betriebskosten würden also mit 1,60 + 1,54 = 3,14 RM. noch mehr als 30% unter denen des benzinbetriebenen Wagens liegen, wobei von dem hohen Holzpreis von 0,05 RM./kg ausgegangen wurde. Bei nur 0,02 RM./kg beträgt die Ersparnis bereits mehr als 50%. Die wirtschaftlichen Ergebnisse des Holzgasbetriebes sind also recht günstig; sie werden sicher einen Anreiz zur stärkeren Heranziehung solcher Fahrzeuge, vor allem im Langstreckenverkehr bieten, dessen ziemlich gleichmäßige Beanspruchungen der Wirkungsweise der Generatoren in ihrer heutigen Form am meisten entgegenkommen.

Abhilfe gegen Gleisverwerfungen. Beim Bau von Gleisanlagen ist es üblich, die Schienenstöße in axialer Richtung beweglich auszubilden und Längenänderungen der Schiene als Folge von Temperatureinflüssen durch Anordnung von Stoßlücken zu ermöglichen. Aus der dem Schienenmaterial entsprechenden Wärmeausdehnungszahl und der nach den jeweiligen örtlichen Vorbedingungen zugrunde zu legenden Temperaturschwankung läßt sich für eine bestimmte Schienenlänge die Längenänderung und danach die erforderliche Lückenweite zwischen zwei Schienen-

stößen leicht errechnen, umgekehrt aus einer größten, durch fahrtechnische Rücksichten gebotenen Lückenweite die größte noch mögliche Schienenlänge festlegen. Hierbei wäre vorauszusetzen, daß die Schiene jeder durch Temperatureinflüsse in ihr hervorgerufenen Längenzu- oder -abnahme frei folgen könnte. In Wirklichkeit ist dies aber bei der allgemein angewendeten Art der Verlaschung der Schienenstöße und der Lagerung der Schwellen im Schotterbett nicht in vollem Umfange der Fall. Durch sie werden vielmehr infolge Reibung Zug- und Druckkräfte ausgelöst, die den durch Temperaturschwankungen veranlaßten Bewegungen der Schiene entgegenzuwirken streben.

Als Ergebnis von Untersuchungen, die klären sollten, in welchem Maße ein „Atmen" der Schienen bei den heutigen Gleisanlagen stattfinden kann und welche Rolle insbesondere die Bemessung und Anordnung der Stoßlücken spielt, zeigte sich, daß von bestimmten Schienenlängen an die beweglichen Stoßverbindungen praktisch gar nicht mehr zur Wirkung kommen, also belanglos werden. Es hängt im einzelnen vom Widerstand des Gleises gegen Längsverschiebung im Gleisbett und von der Größe der durch die Laschen an den Schienenstößen übertragenen Kräfte ab, oberhalb welcher Schienenlänge eine Entlastung des Gleises von Beanspruchungen in axialer Richtung trotz des Vorhandenseins von Stoßlücken nicht mehr eintritt. In jedem Falle gibt es eine Grenze, bei der es gleichgültig wird, ob die Schienenenden beweglich sind oder ob sie fest miteinander verschweißt werden. Da nun ein Fortfall der Schienenstöße im Hinblick auf die Verbesserung der Fahreigenschaften im allgemeinen und die Erfordernisse des Schnellverkehrs im besonderen große Vorteile bieten würde, so haben sich im Laufe der letzten Jahre die Bestrebungen in verstärktem Maße auf das Ziel gerichtet, die Verwerfungsgefahr mit anderen Mitteln als bisher, nämlich im Sinne einer Erhöhung der Stabilität der Schienen selbst zu erreichen. Auch ohne Stoßlücken soll das Gleis alle inneren und äußeren Kräfte aufnehmen und auf den Untergrund übertragen können.

Bis zu welchem Grade dies möglich ist und welche technischen Maßnahmen die Stabilität der Schiene zu erhöhen geeignet sind, wurde in Versuchen des Instituts für Straßen- und Eisenbahnwesen der Technischen Hochschule Karlsruhe geklärt, über die Prof. Dr. F. Raab in der VdI.-Z. **78**, Nr 13 ausführliche Mitteilungen macht. Die Prüfanlage besteht in einem auf normalem Schotterbett besonders sorgfältig verlegten Gleis von rund 46 m Länge, dessen beide Schienenstränge je zwei Schweißstellen aufweisen. Die vier Schienenenden sind gegen zwei Betonblöcke, die als feste Widerlager anzusehen sind, ohne Vorspannung festgelegt. Eine elektrische Heizanlage, in deren Wechselstromkreis die Schienen als Leiter eingeschaltet sind, besorgt die Erwärmung des Gleises, welche die Längskräfte in der Schiene hervorruft. Bis zu einer Temperatur von 122° zeigten sich beim Versuch keine nennenswerten Veränderungen in der Senkrechten oder Waagerechten; bei diesem Wert aber sprang das Gleis unvermittelt nach der Seite aus, und zwar so stark, daß eine Pfeilhöhe von mehreren Dezimetern eintrat. Auch nach vollständiger Abkühlung blieb eine Verwerfung von mehr als 14 cm in der Waagerechten zurück. Die bei diesem Versuch durch die elektrische Erwärmung von 17 auf 122° hervorgerufene Längskraft in einer Schiene ergab sich zu 173 t, die Spannung zu rund 2800 kg/cm². Rechnet man noch eine Vorspannung von rund 1500 kg/cm² infolge der Einzwängung des Gleises im Schotterbett hinzu, so gelangt man zu einer größten Druckspannung von insgesamt 4300 kg/cm², womit die Quetschgrenze des Werkstoffes erreicht ist.

In dieser Tatsache des Erreichens der Quetschgrenze erblickt Raab die entscheidende Veranlassung für das rasche Auftreten der Schienenverwerfung, wenigstens für den von ihm besonders untersuchten Fall des lückenlos verschweißten, unter gleichmäßiger Erwärmung stehenden geraden Gleises. Nach seiner Auffassung muß infolge der Vorspannungen, die einerseits vom Walzvorgang bei der Schienenherstellung, andererseits vom „Einzwängen" des Gleises beim Einbau in das Schotterbett entstehen, eine ungleichmäßige Spannungsverteilung über den Querschnitt angenommen werden. Diese Ungleichmäßigkeit vergrößert sich sehr rasch beim Erreichen der Quetschgrenze unter dem Einfluß der zunehmenden Axialkraft, die Mittelkraft entfernt sich vom Schwerpunkt des Querschnittes, die Exzentrizität des Kraftangriffes hat eine zusätzliche Biegebeanspruchung zur Folge, und schließlich tritt eine Verbiegung der Schiene bei festliegenden Schwellen ein. Die der Quetschstelle am nächsten liegenden Schienenteile werden dabei entlastet und ermöglichen ein Nachrücken der Schiene, womit eine Gleisverwerfung in größerem Ausmaß eingeleitet werden kann. Gelingt es also, neben der Befestigung der Schiene auf den Schwellen auch die Werkstoffeigenschaften durch Erhöhen der Quetschgrenze zu verbessern, so wird damit die Gefahr von Verwerfungen erheblich herabgesetzt. Weiterhin wäre es günstig, wenn bei lückenlos verschweißten Schienen die Verschweißung der Stöße bei höherer als normaler Temperatur vorgenommen würde. Damit wäre zu erreichen, daß bereits bei mittlerer Temperatur Zugspannungen in die Schiene hineinkommen, die sich bei Abkühlung noch vergrößern und erst bei sehr starker Erwärmung in Druckspannungen übergehen. Diese Zugspannungen stellen von Anfang an wirkende Hauptkräfte dar, die ständig das Bestreben haben, das Erreichen der Quetschgrenze zu verhindern und damit zugleich auch die Gefahr von Verwerfungen verringern. Lg.

Berichtigung.

Die **Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte** (1934, Nr. 2/4) über die Vorträge in der ersten Allgemeinen Sitzung der Naturforscherversammlung in Hannover enthalten einen Irrtum. Herr Heisenberg spricht über: Wandlungen der Grundlagen der exakten Naturwissenschaften in jüngerer Zeit.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. Dr. Arnold Berliner, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.